SHOUT
SHARE
IT

ZS 1600

Zeitschrift

für

WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

herausgegeben

von

Carl Theodor v. Siebold,

Professor an der Universität zu München,

und

Albert Kölliker,

Professor an der Universität zu Würzburg.

BRITISH MUSEUM
Z. S. D.
NATURAL HISTORY
M.J.SCH[illegible]

Dreiundzwanzigster Band.

Mit 34 Kupfertafeln.

LEIPZIG,
Verlag von Wilhelm Engelmann.
1873.

Inhalt des dreiundzwanzigsten Bandes.

Erstes Heft.

Ausgegeben den 30. Januar 1873.

Seite

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische nach Beobachtungen am Bachforelleneie. Von Dr. Joseph Oellacher, Prosector und Privatdocent in Innsbruck. Cap. III—V. (Mit Taf. I—IV.) 1

Ueber die Entwicklung des Extremitäten-Skeletes bei einigen durch Reduction ihrer Gliedmaassen charakterisirten Wirbelthieren. Von Dr. med. Alexander Rosenberg, Prof. d. Anatomie und Physiologie an der Dorpater Veterinär-Schule. (Mit Tafel V—VII.) 116

Zweites Heft.

Ausgegeben den 12. Mai 1873.

Zur Entwickelung der Gastropoda Opisthobranchia von Dr. Paul Langerhans, Prosector und Privatdocent in Freiburg. (Mit Taf. VIII.) 171

Untersuchungen über den Bau der Taenien von Dr. Hinrich Nitsche, Privatdocent an der Universität Leipzig. (Mit Taf. IX und 2 Holzschn.) . 181

Ueber taube Bienen-Eier. Von Dr. C. Claus, Prof. in Wien und Dr. C. v. Siebold, Prof. in München. (Mit 2 Holzschnitten.) 198

Neue Beobachtungen über Cypridinen. Von Prof. Dr. C. Claus in Wien. (Mit Taf. X, XI.) 211

Die Krätzmilben der Vögel. Ein Beitrag zur Kenntniss der Sarcoptiden. Von E. Ehlers M. D., Prof. der Zoologie in Erlangen. (Mit Taf. XII, XIII.) . 228

Der Nasenaufsatz des Rhinolophus Hippocrepis. Von Dr. A. Redtel. (Mit Taf. XIV.) 254

Untersuchungen über den Bau, Mechanismus und die Entwickelungsgeschichte des Stachels der bienenartigen Thiere. Von Dr. Carl Kraepelin. (Mit Taf. XV, XVI.) 289

Von der Challengerexpedition. Briefe an C. Th. E. v. Siebold von R. v. Willemoes Suhm. I. I

Drittes Heft.

Ausgegeben den 18. November 1873.

Seite
Helminthologische Notizen III. Von Rud. v. Willemoes-Suhm. (Mit Tafel XVII.) 331
Ueber die Anneliden an den Küsten der Faer-Oeer. Von Rud. v. Willemoes-Suhm. (Mit Taf. XVIII.) 346
Ueber die Fauna der Binnenseen auf den Faer-Oeer. Von Rud. v. Willemoes-Suhm 349
Zahnbein, Schmelz und Cement. Eine vergleichend histologische Studie von Dr. J. Kollmann, a. o. Prof. a. d. Univ. München. (Mit Taf. XIX—XXI.) 354
Giebt es Holomyarier? Von O. Bütschli. (Mit Taf. XXII.) 402
Zur Entwicklungsgeschichte der Sagitta. Von O. Bütschli. (Mit Tafel XXIII.) 409
Beiträge zur mikroskopischen Anatomie über die Geschmacksorgane der Säugethiere. (Aus dem physiologischen Institut zu Innsbruck.) Von Joh. Hönigschmied. (Mit Taf. XXIV.) 414
Ueber den Bau des Rückenmarkes der Rochen und der Haie. Von Dr. Ludwig Stieda, Prosector und ausserordentlicher Professor in Dorpat. (Mit Taf. XXV, Fig. 1—4.) 435
Ueber die Deutung der einzelnen Theile des Fischgehirnes. Von Dr. Ludwig Stieda, Prosector und ausserordentlicher Professor in Dorpat 443
Zur Entwicklung von Bufo cinereus. Von Guglielmo Romiti aus Livorno. (Mit Fig. I. und II. auf Taf. XXV.) 451
Notiz zur Anatomie des Amphibienherzens. Von Dr. Paul Langerhans, Prosector und Privatdocent zu Freiburg i. B. (Mit Fig. III auf Taf. XXV.) 457
Leuchtende Regenwürmer beobachtet von Ferd. Cohn in Breslau 459
Bau der rothen Blutkörperchen. Von Dr. J. Kollmann. (Mit Taf. XXVI.) . 462

Viertes Heft.

Ausgegeben den 16. December 1873.

Untersuchungen über die Zähne niederer Wirbelthiere. Von Fr. Heincke aus Hagenow in Mecklenburg-Schwerin. (Mit Taf. XXVII—XXIX.) . . . 495
Untersuchungen an Vorticella nebulifera. Von Dr. phil. Eduard Everts in Haag. (Mit Taf. XXX.) 592
Die Phyllosomen. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Loricaten. Von Ferd. Richters aus Hamburg. (Mit Taf. XXXI—XXXIV.) 623

Beiträge zur Entwicklung der Knochenfische nach Beobachtungen am Bachforelleneie.

Von

Dr. **Josef Oellacher**,
Prosector und Privatdocent in Innsbruck.

III.

Von der Bildung des Hornblattes bis zum Auftreten der Rückenfurche.

Wenn der Forellenkeim durchgefurcht ist — d. h. wenn die noch immer fortschreitenden Zelltheilungen keine wesentliche Verkleinerung der Zellen mehr zur Folge haben — so bemerkt man, dass derselbe, im Vergleiche zu seiner Grösse vor der Furchung, nicht unbedeutend zugenommen hat. Der Keim hat dann die Form einer dicken biconvexen Linse mit stark abgerundeter Kante, deren obere freie Fläche stärker gekrümmt ist als die untere. Untersucht man den Keim auf Durchschnitten, so sieht man, dass er dem Dotter mit seiner schwächer gekrümmten Fläche aufliegt oder besser in denselben etwas eingesenkt ist. Diese untere Fläche des linsenförmigen Keimes ist jedoch nicht in ihrer ganzen Ausdehnung mit dem Dotter in Berührung, sondern ein kleiner peripherer Theil derselben ragt ringsum über die Oberfläche der Dotterkugel frei hinaus.

Was die Elemente des Keimes anlangt, so sind sie rundlich-polygonale Zellen. Die der untersten Schichten sind gegenüber denen der oberen um ein Geringes grösser. Nirgends bemerkt man am Keime zu dieser Zeit eine Art Schichtung, vielmehr haben alle Zellen ein gleichartiges Ansehen und was ihre Grössenverhältnisse anlangt, so finden sich zwischen den grösseren der untersten Schichten und den kleineren der oberen alle möglichen Uebergänge.

Die nächsten Veränderungen, welche der Keim erleidet, betreffen seine Ausdehnung in der Fläche und seine Form, er wird einseitig, indem er sich nach einer Seite hin etwas abflacht. Bei aufmerksamer Beobachtung sieht man den Beginn dieser Veränderung schon, wenn man den erhärteten Keim in toto von der Oberfläche mit freiem Auge betrachtet, er erscheint nach einer Seite hin leicht abgeflacht, dünner, ohne dass er deshalb seine kreisrunde Peripherie verloren hätte. Diesem Aussehen entsprechen auch die Bilder von Durchschnitten, welche die dicke und die verdünnte Keimpartie zugleich treffen. Da diese Schnittrichtung mit der Richtung der Längsachse des zukünftigen Embryo zusammenfällt, wie ich später zeigen werde, so kann man einen solchen Schnitt einen Sagittalschnitt nennen. Der Keim breitet sich nun immer mehr auf dem Dotter aus, wobei er sich, zunächst nur in der schon verdünnten Hälfte, noch immer mehr verdünnt. Die Ausbreitung des Keimes schreitet während der ersten Embryonalperiode so weit fort, dass derselbe schliesslich, wie schon Rathke am Eie des Blennius viviparus erkannte [1]), die ganze Dotterkugel umwächst.

Der verdünnte Theil des Keimes hebt sich hierbei in der Mitte vom Dotter ab. Fig. 1. Diese Abhebung tritt schon sehr früh auf und beginnt ganz in der Nähe der Peripherie der verdünnten Keimhälfte. Es entsteht dadurch unterhalb des Keimes, zwischen diesem und dem Dotter eine spaltförmige Höhle (Fig. 1 *H.)*, welche nach einer Seite von einem etwas eingebogenen Randtheile des Keimes umgeben ist, den ich Keimsaum nennen will, Fig. 1. *ks.*; nach der andern Seite aber an jenen Theil des Keimes stösst, der noch nahezu seine ursprüngliche Dicke besitzt. Die Höhle vergrössert sich nun zusehends, jemehr der Keim sich auf dem Dotter ausbreitet, wobei sie sich nach vorn und den Seiten erweitert.

Der erste, der diese Höhle gesehen hat, ist Stricker [2]). Diese Höhle ist aber wesentlich verschieden von der, welche Lereboullet [3]) im Keime des Hecht-, Barsch- und Forelleneies gesehen haben will und ist Rieneck [4]) daher im Irrthum, wenn er glaubt, beide Höhlen identificiren zu dürfen. Die Höhle, welche Lereboullet gesehen haben will, liegt im Keime und tritt viel früher auf als die Stricker'sche, welche unter dem Keime liegt.[1]) Ebensowenig glaube ich, dass man diese Höhle, wie das RIENECK gethan, eine Furchungshöhle nennen darf. Eine Furchungshöhle wäre analog der ersten Höhle im gefurchten Batrachiereie die LEREBOULLET'sche Höhle zu nennen. Die STRICKER'sche Höhle müsste analog der Höhle im Hühnerei aufgefasst und Keimhöhle genannt werden, da sie gerade so wie die im Hühnerei unterhalb der Furchungsmasse entsteht.

---

[1]) Rathke, Bildungs- und Entwicklungsgeschichte des Blennius viviparus in Abhandlungen zur Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Thiere. I. Theil. Leipzig 1832.

[2]) Untersuchungen über die erste Entwicklung der Bachforelle. Wiener Akademie-Berichte 1865, mathem. naturwissensch. Classe Bd. 51. II. pag. 550 Fig. III. und IX. *a.*

[3]) Lereboullet Recherches d'embryologie sur le développemeut de la truite du lézard et du limnée. Anm. des sc. nat. IV. Sér. Zool. J. XVI. 1861.

[4]) Rieneck, über die Schichtung des Forellenkeimes. (Arch. f. mikroskop. Anatom. Bd. II. pag. 356.)

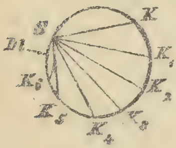
Die Höhle erweitert sich nach rückwärts, nur sehr unbedeutend, da, wie Fig. 1. und 2. zeigen, die dickere Keimhälfte nur sehr wenig kürzer wird, indem ein Theil ihrer Masse in die Dicke der Höhle hinübergezogen wird und zur Vergrösserung derselben beiträgt, dagegen erweitert sich die Höhle, und zwar bedeutend nach vorwärts, indem der dem Dotter aufliegende, sie nach vorn begrenzende Saum *ks*, der sich bald gegen die verdünnte Decke der Höhle wie ein Wulst ausnimmt (Fig. 3 *kw.*), immer weiter hinausrückt. In derselben Weise wie nach vorwärts, vergrössert sich die Höhle auch der Quere nach. Kurz, die Vergrösserung der Höhle hält mit der oben erwähnten kreisförmigen Ausbreitung des Keimes auf dem Dotter, die wie bekannt schliesslich zur völligen Umwachsung desselben führt, gleichen Schritt. Endlich kommt es so weit, dass der ganze Keim zu einer dünnen Platte ausgezogen erscheint, die aber rings von einem nach unten gegen den Dotter vorspringenden dickeren Saume oder Wulst umgeben ist. Dieser Wulst hat jedoch entsprechend der excentrisch und vorwiegend nach vorne, rechts und links vor sich gehenden Verdünnung des Keimes nicht überall die gleiche Dicke, er schwillt von vorn nach aussen und rückwärts an, und erreicht hierbei an einer Stelle seine grösste Mächtigkeit. Von dieser Stelle aus, an welcher der Wulst stets seine grösste Breite und Dicke hat, wächst später die Anlage des Embryo in die Höhle hinein (Fig. 7 *E.*), und zwar mit dem Kopfende voraus, und deshalb unterscheide ich schon vorher am einseitig verdünnten Keime ein vorn und hinten.

KUPFFER[2]) schildert den Vorgang der Umwachsung des Dotters bei Gasterosteus, Spinachia und Gobius so, als ob der Keim nach allen Seiten gleichmässig auswachse, der Schluss der Dotterblase kommt nach ihm daher an dem dem Keimpole entgegengesetzten Pole zu Stande. Der Keimwulst ist daher nach KUPFFER zuerst überall gleich dick, und verdickt sich blos später an jener Stelle, aus welcher die Embryonalanlage hervorwächst. Nach meinen Beobachtungen am Forelleneie verhält sich dieser Vorgang ganz anders. Die Umwachsung des Dotters durch den Keim geschieht nach dem hier im Text beigegebenen Schema. Aus demselben ist ersichtlich, dass der Schluss des Dottersackes an einer Stelle der Peripherie des Keimes geschieht, welche vom Anbeginn dieses ganzen Processes ihren Ort auf der Dotterkugel nicht verändert hat; diese Stelle ist es, welche immer dicker war als jede andere der Keimperipherie und von welcher der Embryo herauswächst.

---

[1]) Cf. pag. 399. Anm. 1 im 2. Cap. dieses Aufsatzes.

[2]) KUPFFER, Beobachtungen über die Entwicklung der Knochenfische. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 4. 1868.



Schema der Umwachsung des Dotters durch den Keim. *S* Schwanzende des Embryo K—K_6 fortschreitendes vorderes (Kopfende) der Keimhaut. *Dl* Dotterloch.

Bevor ich daran gehe, die mit der Ausbreitung und Formveränderung einhergehende histologische Differenzirung des Keimes zu beschreiben, will ich noch einige Gründe gleich anführen, die meine Behauptung, dass jene Stelle der Keimperipherie, von der die Bildung des Embryo ausgeht, von Anfang an schon am mächtigsten sei, rechtfertigen. Vor allem will ich erwähnen, dass die von mir am 16. November 1871 befruchteten Eier, an denen ich meine Studien machte, — es mochten circa 2000 gewesen sein — ein Material boten, welches mir nicht nur erlaubte, meine Beobachtungen täglich an einer hinreichenden Anzahl von Eiern nahezu genau eines und desselben Entwicklungsstadiums anzustellen, sondern das gerade für embryologische Untersuchungen deshalb so vortheilhaft war, weil die grosse Kälte, welche vom November 1871 bis Februar 1872 in Innsbruck herrschte, ein ganz auffallend langsames Fortschreiten der Entwicklung bedingte. Vom Tage der Befruchtung bis zum Ausschlüpfen der Embryonen aus den Eiern vergingen nicht weniger als circa 100 Tage — also gerade die doppelte Zeit, als die Forellen brauchten, an denen Lereboullet seine Untersuchungen anstellte. Selbst im Monat November 1871, wo noch nicht die grösste Kälte herrschte, waren meine Eier um 7—10 Tage zurück gegen die, mit welchen ich im November 1870 meine ersten Orientirungsstudien begonnen hatte. So stammte beispielsweise die Fig. 8. von einem Keime vom 13. Tage nach der Befruchtung, die Fig. 12 vom 15. Tage des Jahres 1870, während die Fig. 9. vom 21., die Figg. 10. vom 22. Tage und Fig. 13. vom 24. Tage nach der Befruchtung im November 1871 stammen! Gerade dieser langsamen Entwickelung glaube ich meine eingehenden Beobachtungen über die Furchung zu verdanken, welche im vorhergehenden Capitel abgehandelt wurden, Beobachtungen, welche mir im Winter 1870/1871 versagt waren. Es war bei einem so sehr verlangsamten

Entwicklungsgange — wie diese Arbeit zeigen wird — im Allgemeinen vollkommen genügend, wenn ich Tag für Tag zur selben Stunde Proben von Eiern aushob und untersuchte. Ich gelangte dadurch zu einem in gewisser Hinsicht fast zu reichen Material von Durchschnittspräparaten, das wohl geeignet sein konnte die Veränderungen am Keime und Embryo genau zu verfolgen, das aber das Studium selbst und besonders die Auswahl der Durchschnitte für die Abbildungen oft gerade nicht erleichterte.

Wenn ich daher auf Grund meiner Untersuchungen die Behauptung aufstellte, dass der Keim von jeher an einer Stelle seiner Peripherie dicker war, als an allen übrigen, so glaube ich, dürfte diese Behauptung in der Masse des untersuchten Materials sowie in der langsamen Entwicklung meiner Eier schon eine genügende Stütze finden. Ausserdem aber scheint das excentrische Auftreten der Verdünnung und Ausbreitung des Keimes es eo ispso zu bedingen, dass derselbe stets an einer Stelle seiner Peripherie dicker ist, einer Stelle, die von der Ortsveränderung, welche die Theile der Keimhaut bei der Ausbreitung derselben durchmachen, unberührt bleiben muss. Ein Grund weiter, warum der Keim bei seiner Ausbreitung auf dem Dotter nicht auch von hier aus auswächst, liegt darin, dass der Embryo zu einer Zeit, wo noch fast kein Viertel der Dotterkugel umwachsen ist, bereits angelegt erscheint und das hintere Ende desselben mit der Peripherie der Keimhaut zusammenfällt. Noch deutlicher wird dies bewiesen werden, wenn ich an die Beschreibung der Structurverhältnisse und deren Veränderungen, welche der Keim während dieser Periode seiner Entwicklung bietet, gehen werde. Vorher werde ich mir jedoch erlauben, die Geschichte der Blätterlehre bei den Fischen kurz zusammenzustellen.

Der erste, der am Fischei Keimblätter unterschied, war Rathke; nach ihm soll beim Blennius viviparus (l. c.) die Keimhaut aus zwei Blättern bestehen, die in der Mitte des Embryo von einander trennbar, an den Rändern aber untereinander verwachsen waren. Rathke nannte diese beiden Blätter, um sich der Terminologie Panders anzuschliessen »seröses« und »Schleimblatt«. Die Anwesenheit dieser zwei Blätter erkannte Rathke jedoch erst in einem ziemlich späten Entwicklungsstadium, zu einer Zeit, da Gehirn und Rückenmark, Chorda, Kiemenwulst schon angelegt waren und der Darm eine deutliche Rinne bildete. Aus denselben Blättern bestand nach Rathke der Embryo selbst und gingen sie in die der Keimhaut direct über. Aus dem »Schleimblatte« liess Rathke den Darm hervorgehen, sowie den Dottersack (Rathke). Mit dem Schleimblatt verwachsen ist dann ein »Gefässblatt«, das mit dem Schleimblatte in die Bildung des Dottersackes eingeht; dies wäre also ein drittes Blatt. In der Mitte längs der Chorda sind nach Rathke Schleim- und seröses Blatt verwachsen oder innig verbunden, zu beiden Seiten waren beide Blätter trennbar. Aus dem serösen Blatte lässt Rathke die ganze Leibeswand und deren Anhänge (Flossen, Schwanz) hervorgehen, mit seinem peripheren Theil umwächst es den Dottersack und bildet so um den Dotter einen zweiten Sack, den Rathke zum Unterschiede vom Dottersacke »Nabelsack« nannte.

Rusconi 1) schildert die erste Entwicklung im Eie der Schleie folgendermassen: Die Dotterhaut organisirt sich über der vorragenden Stelle des Eies (Keim), sie wird zur Haut des Fisches und überzieht auch den Dotter nach und nach völlig, (d. h. als organisirte Haut), der Leib entsteht unter derselben aus dem »Dotter« selbst (Dotter und Keim sind Rusconi eins), indem sich zuerst unter der Dotterhaut ein halbdurchsichtiger, dreiseitiger Fleck bildet.

v. Baer 2) unterscheidet wie Rathke zwei Blätter — dort, wo der Keim zur Seitenwand des Leibes wird, ein dem Dotter zunächst liegendes »plastisches« und ein äusseres »für die animalischen Theile des Leibes«. Ausserdem spricht v. Baer von einem Oberhäutchen des Keimes, das er der Dotterhaut des Vogeleies für analog hält, und die sich an gewissen Stellen, so z. B. wenn die Wandungen des Rückenmarkscanales sich senkrecht stellen, vom Embryo abhebt. Ich konnte mir darüber nicht klar werden, ob v. Baer dieses Häutchen als zum Leibe des Embryo gehörig betrachtet oder nicht. Später (l. c. pag. 17. §. 7) spricht v. Baer von einer Trennung in ein animalisches und vegetatives Blatt am vorderen Leibesende, durch das die Bildung des Herzens eingeleitet werde. Dasselbe führt v. Baer auch in seinem Werke über die Entwicklung der Thiere an 3).

de Filippi 4) lässt beim Gobius fluv. aus dem Keime die Haut des Fisches entstehen; aus dem Dotter soll sich blos die Leber, alle anderen Organe sollen sich zwischen Haut oder Keim und der Dotteroberfläche bilden.

---

1) Ueber die Metamorphosen des Eies der Fische vor der Bildung des Embryo. Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1836. p. 281 u. 282.

2) Entwicklungsgeschichte der Fische. Leipzig 1838. p. 13. §. 3.

3) pag. 298.

4) Memoria sullo sviluppo del ghiozzo d'aqua dolce (Gobius fluviatilis) in Annali universali di Medicina compilati dal dott. Omodei 1841 V. XCIX. Luglio Agosto Settembre; und Sunto di alcune asservoazioni sull' Embriologia dei pesci in giornale dell' Istituto Lombardo e Biblioteca italiana. T. 12. 1845.

Vogt[1]) lässt beim Coregonus Palea den Keim nach der Furchung den Dotter umwachsen, wobei er sich abplattet. An einer Stelle bleibt der Keim dicker, indem die Zellen hier mehr angehäuft sind. Je mehr der Keim den Dotter umwächst, desto mehr wird diese Anschwellung excentrisch. Wenn der Keim die Hälfte des Eies umwachsen hat, tritt eine Scheidung in Embryonalanlage und Dotterblase ein, an einer Stelle sieht man den Keim den Dotter überragen, an der andern obige Anschwellung. Jene Vorragung und obige excentrische Anschwellung hängen mit einander zusammen; das Ganze stellt die Embryonalanlage dar. Dieselbe ist von einer einzigen Schichte Pflasterzellen überzogen und diese ist es, welche allein in den Dottersack übergeht. Vogt unterscheidet also eine Epidermiszellenlage von den »Embryonalzellen« d. h. den Zellen, die den Embryo mit Ausschluss der Epidermis bilden[2]). Später, wenn die Chorda schon entwickelt ist, der Embryo aber noch flach dem Dotter aufliegt, beschreibt Vogt eine unterste Schichte grosser Zellen, aus denen der Darm und die Nieren (Urnieren) hervorgehen sollen[3]). Was zwischen diesem Blatt und der Epidermis liegt, davon giebt Vogt keine Schilderung, er spricht nirgends von Blättern oder einem Axenstrang, sondern blos von dem Auftreten rudimentärer Organanlagen. Dagegen beschreibt Vogt unter der Membran des Dottersackes, unmittelbar auf dem Dotter, eine eigene Zelllage, hart unter der Epidermis, die er »couche hematogène« nennt und die der Hauptherd der Entstehung der Blutkörperchen ist[4]). Alle diese primitiven Anlagen scheint jedoch Vogt nicht im Sinne von eigentlichen Keimblättern aufzufassen, denn nirgends vindicirt er denselben ausschliessliche Beziehungen zu einem bestimmten Systeme von Organen oder Geweben.

Aubert[5]) spricht in seiner Abhandlung nirgends von einer Schichtung des Keimes, ja selbst wenn schon Urwirbel vorhanden sind, soll der Embryo noch aus undifferencirten Zellen bestehen.

Lereboullet[6]) ist der erste der Forscher auf dem Gebiete der Entwicklung der Knochenfische, der von einer Schichtung des Keimes

---

1) Embriologie des Salmones 1842 in Agassiz, Histoire naturelle des Poissons d'eau douce de l'Europe centrale.

2) l. c. Cap. III u. IV.

3) l. c. Cap. IX, 1.

4) l. c. Cap. X, 2.

5) Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Fische. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. V. u. VII. 1854 u. 1856.

6) Resumé d' un travail d' embryologie comparée sur le développement du brochet de la perche et de l'écrevisse Ann. des sc. nat. IV. Sér. Zool. T. I. 1854 u. Recherches d' embryologie comparée sur le developpement de la truite du lézard et du limnée. Ann. des sc. nat. IV. Sér. Zool. T. VI. 1861.

vor dem Auftreten des Embryo und während der ersten Zeit der Entwicklung desselben handelt. Schon bevor der Keim sich auszudehnen beginnt, beschreibt Lereboullet eine Höhle in demselben beim Hecht, Barsch und der Forelle. Ich habe bereits im vorigen Capitel [1]) dieser Arbeit erwähnt, dass eine solche Höhle im gefurchten oder in Furchung begriffenen Forellenkeime wenigstens zu keiner Zeit existirt, derselbe vielmehr stets aus einer compacten Zellmasse besteht.

Beim Hecht besteht das Blastoderm, wenn es $^3/_4$ der Dotterkugel umwachsen hat, aus einer Lage Epidermiszellen und aus Embryonalzellen. Die beiden Lagen bilden die zwei Blätter des Blastoderms (Cap. 2. Absatz 25.). Mehrere der Zellen des oberen Keimblattes haben schon eine längliche Form oder sind in geraden Reihen angeordnet (Cap. 2 Absatz 26.). Unter dem Blastoderm befindet sich eine eigene Membran, die sich von ihm leicht ablöst und aus deutlichen Blastodermzellen besteht (Cap. 2. Absatz 27.). Der Embryo entsteht in der Form eines Streifens, bandelette primitive, der mit einem stumpfen Kiel in den Dotter dringt, vom Randwulste aus. An diesen Kiel setzen sich seitlich je zwei Blätter an, welche gegen ihren freien Rand hin von einander getrennt sind, das obere Blatt schmiegt sich an das Blastoderm an und spaltet sich unter der Kopfregion nach vorne zu. Das untere Blatt ist weniger breit und heftet sich an den Schwanzring an. Später verschmelzen diese Blätter in einer gewissen Entfernung vom Embryo. (Cap. 3.)

Beim Barsch finden dieselben Verhältnisse statt. Unter dem Embryo befindet sich ein eigenes Blatt, dessen Zellen an Grösse zwischen denen der Epidermis und der Embryonalzellen stehen. (Cap. 3. Absatz 4.) Es ist längs der Medianebene am Körper des Embryo fixirt. Demnach scheint es, dass nach Lereboullet das Blastoderm vor der Bildung der bandelette primitive aus drei Blättern bestehen soll, aus der Epidermis, aus einem aus Embryonalzellen gebildeten und endlich aus einem dritten grosszelligen untersten Blatte. Das Verhältniss der Blätter im Embryo ist also ein anderes; hier haben wir einen Kiel und zwei seitliche Blätter, aus allem scheint hervorzugehen, dass dieselben sich in das mittelste Blatt des Blastoderms fortsetzen und der Leib des Embryo also einer Zellanhäufung zwischen dem obersten und untersten Blatte des Blastoderms entspricht.

Deutlicher und klarer ist die Schilderung, welche Lereboullet von den Schichtungsverhältnissen im Forellenkeime giebt. Lereboullet unterscheidet schon vor der Furchung den Keim und das feuillet muqueux [2]), das letztere wird, ohne an der Furchung theilzunehmen, zum inneren Blatte des Dottersackes, dessen äusseres der in das Blastoderm umgewandelte Keim bildet. Feuillet muqueux und Blastoderm umwachsen also den Dotter. Das letztere behält dabei die Höhle, die den gefurchten Keim in zwei Blätter gespalten hatte und von denen das obere aus Epidermiszellen, das untere aus Embryonalzellen besteht. (Cap. 2.) Das feuillet muqueux besteht später auch aus Zellen und setzt sich in die Wand der Darmrinne fort.

---

[1]) pg. 399. Anm.

[2]) cf. pg. 382. Anm. 1 im ersten Cap. dieser Arbeit.

Nach Kupffer's [1]) Beobachtungen am Eie von Gasterosteus bildet sich mit der Entstehung des Keimsaumes ein Unterschied zwischen den Zellen desselben und denen der Mitte der Keimhaut aus, letztere flachen sich ab und stellen eine Art Pflasterepithel dar, erstere bleiben rund, locker geschichtet und kleiner. Der Keimsaum ist Anfangs ringsum gleich gewulstet, an einer Stelle wird er bald dicker und von ihm aus wächst die Embryonalanlage zungenförmig in die Keimhaut hinein, indem die Hauptmasse der Zellen des Keimsaumes sich an jener Stelle zusammenzieht. Kupffer unterscheidet an der Embryonalanlage einen Axenstrang oder Primitivstreifen, in welchem die Blätter vorher verwachsen sind und erst später sich scheiden; aus ihm entstehen die Axentheile des Embryo. Später macht sich seitlich von jenem Axentheile oder Kiel eine Spaltung in zwei Blätter geltend, von welchen das untere dem mittleren Keimblatte der übrigen Wirbelthiere entspricht. Kupffer sagt von diesem Blatte, es entstehe »durch Spaltung vom Hornblatte«. Spät erst konnte Kupffer ein unterstes oder Darmdrüsenblatt beobachten. Kupffer lässt aber unentschieden, ob dasselbe nicht schon viel früher entstehe. Bezüglich seiner Ableitung neigt Kupffer mehr zur Ansicht, dass dieses Blatt nicht vom mittleren Keimblatte, überhaupt nicht vom Keime, abstamme, sondern auf eine ganz eigenthümliche Weise sich bilde. Es schwebt hier Kupffer die von ihm als durch »freie Zellbildung« rings um den ebengefurchten Keim entstandene einfache Zelllage vor (Gasterosteus, Spinachia), über welche der Keim sich in toto, sobald er sich ausbreitet, wegwälzt. Unterstützt ferner glaubt Kupffer diese Beobachtung durch die Angaben Lereboullet's über die Entstehung seines feuillet muqueux, das ich oben und schon im vorigen Capitel eingehend besprach. Der Axenstrang oder Kiel ist nach Kupffer eine Verdickung des Hornblattes, aus der das Cerebrospinalsystem entsteht, ein Analogon der Medullarplatten des Hühnchens.

---

[1]) Kupffer, Beobachtungen über die Entwicklung der Knochenfische Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 4. 1868.

Göette[1]) lässt den Keim des Forelleneies sich auf dem Eie ausbreiten und hierauf nach unten umschlagen. Der Keim zeigt dann zwei Schichten, deren untere sich spaltet, so dass er dann aus drei Blättern besteht, welche den drei bekannten Blättern des Hühnerkeimes entsprechen.

Rieneck[2]) war der erste, der die Schichtungsverhältnisse des Keimes der Knochenfische, der Forelle, bevor die Embryonalanlage gebildet ist, auf Durchschnitten studirt hat. Nach Rieneck sondert sich, schon bevor der Keim sich auszudehnen und zu verdünnen beginnt, die oberste Zelllage zu einem einschichtigen distincten Blatte an, indem die Zellen derselben sich in senkrechter Richtung etwas verlängern und dadurch, so wie durch ihre regelmässige Aneinanderlägerung sich von dem darunterliegenden Haufen »lose und regellos« angeordneter rundlich-polygonaler Zellen abheben. Wenn hierauf der Keim sich auszudehnen begonnen und sich in eine verdünnte centrale Platte über der Keimhöhle und einen dickeren peripheren wulstartigen Theil gesondert hat, der noch dem Dotter aufliegt, so treten folgende Schichtungsverhältnisse auf. Die Zellen der obersten Lage sind überall abgeplattet, unter ihnen folgt eine theilweise mehrschichtige Lage von Zellen, deren oberste palissadenartig angeordnet sind. Diese Lage erstreckt sich, wie die vorige, gleichfalls über die ganze Keimhaut, den Keimwulst mit inbegriffen. Die äusserste Lage platter und die daran stossende cylindrischer Zellen werden analog den zwei äussersten Blättern im Batrachiereie als oberes Keimblatt bezeichnet. Auf dem Boden der Keimhöhle, also unmittelbar auf dem Dotter, liegen regellos zerstreute einzelne oder zu Klümpchen verbundene Zellen, sie sind grösser als die des Horn- und Sinnesblattes, weil sie in der Theilung noch zurückgeblieben sind. Diese Zellen sind bei der Ausdehnung und Verdünnung des Keimes auf den Boden der sich bildenden Höhle herabgefallen und sollen sich nun an die Peripherie begeben um sich dort an dem Aufbaue des Embryo zu betheiligen. An der Peripherie allein findet sich also noch eine dritte Zelllage, und diese entspricht dem Rest der Embryonalanlage, also dem mittleren und unteren Keimblatte. Die Scheidung jener peripheren dritten grosszelligen Lage in ein dickeres mittleres und einzelliges unteres Blatt soll jedoch nur im Bereiche der Embryonalanlage sich geltend machen, an einer Stelle der Keimperipherie, welche sich durch besondere Dicke auszeichnet.

---

1) Centralblatt für med. Wissensch. 1869. Nr. 26.

2) M. Schultze's Archiv f. mikroskop. Anatom. Bd. 4. 1869.

Stricker[1], der letzte Autor, der diesen Gegenstand, nämlich die Blätterbildung behandelt, stimmt mit Rieneck, dessen Arbeit unter seinen Augen entstand, im Wesentlichen überein. Die Decke der Keimhöhle entspricht dem obersten Blatte der Batrachier und besteht wie dieses aus zwei gesonderten Anlagen: die obere Schichte ist einzellig, die untere aber zwei bis drei Zellen tief, diese beiden Schichten entsprechen mitsammen dem sensoriellen Blatte Remack's. Auf dem Boden der Keimhöhle liegen zerstreut grosse Zellen, die bei der Bildung der Höhle oder nachträglich vom sich verdünnenden Keime herabgefallen sind. Die Embryonalanlage wächst als ein verdickter Strang des den Dotter kappenartig umwachsenden Keimes vom verdickten Rande desselben aus in die Decke der Keimhöhle hinein. Die grossen Zellen auf dem Boden der Keimhöhle gehen direct über in die tieferen Zellen des verdickten Randes der Keimscheibe, welche die Anlage des motorischen und Darmdrüsenblattes bilden.

»Dieses Verhältniss«, sagt Stricker, »legt die Vermuthung nahe, dass die grossen Zellen am Boden der Keimhöhle gegen die Peripherie hin wandern, um die daselbst befindlichen grosszelligen Anlagen entweder zu bilden oder zu verstärken. Es ist übrigens weiter zu bedenken, dass sich unter den Wänden des Dottersackes ein reiches Blutgefässnetz ausbildet und dass die grossen Zellen auf dem Boden der Höhle auch nach dieser Richtung hin Verwerthung finden könnten.«

An diese Beobachtungen und Vermuthungen Stricker's können sich die Resultate meiner Untersuchungen, wie ich gleich von vorn herein bemerken will, direct anschliessen, indem sie dieselben theils bestätigen, theils ergänzen. — Ich habe schon oben angegeben, dass der Keim des Forelleneies, wenn er sich auszudehnen beginnt, sich vom Dotter an einer excentrischen Stelle abhebt und so die erste Anlage der Keimhöhle entsteht. (Fig. 1.) Zu dieser Zeit ist der Keim in seinem Inneren noch ohne alle Schichtung, nur an seiner Oberfläche befindet sich auf Durchschnitten eine Reihe palissadenartiger Zellen, deren Höhendurchmesser aber wenig vom Breitendurchmesser differirt. (Fig. 1. *ep.*) Diese Zellen sind jedoch älteren Datums als dieses Entwicklungsstadium, sie heben sich schon als eine besondere Lage eng aneinander geschlossener, mehr kubischer Zellen von den darunter liegenden, regellos zu einer compacten[2] Masse angeordneten, rundlich-polygonalen Zellen ab, wenn der

---

[1] Handbuch der Gewebelehre. Cap. XXXVIII. Entwicklung der einfachen Gewebe. pag. 1211.

[2] Wenn Rieneck von »lose« angeordneten Zellen spricht und dieselben auch so zeichnet, wenn er dieselben ferner rund und nicht gegenseitig abgeplattet dar-

Keim sich eben auszudehnen beginnt, wenn er einseitig abgeflacht wird, wie schon **Rieneck** (l. c.) gezeigt hat, also vor dem Auftreten der ersten Spur einer Höhle. Während sich der Keim, sowie die Keimhöhle, nach vorn und der Quere nach ausdehnt, werden diese Zellen noch etwas länglicher (Fig. 2 *ep*). Bald aber beginnen sie von neuem sich zu verkürzen und zwar so bedeutend, dass wie in Fig. 3 *ep* u. *ep′* ihr querer Durchmesser der längste ist. Diese Abplattung beginnt jedoch nicht überall gleichzeitig. Zuerst tritt sie rings um die Peripherie der Keimscheibe auf und zwar soweit als der Rand desselben zu einer Art Wulst verdickt ist und dem Dotter aufliegt. Von hier aus schreitet sie immermehr auf die Mitte der Keimscheibe zu. Die Fig. 4 u. 5 geben hiervon ein Bild. Fig. 4. ist ein Schnitt nahezu durch die Mitte des Keimes, Fig. 5. mehr nach aussen. Man sieht, dass die mit *ep* bezeichneten Zellen in Fig. 5 schon viel niedriger sind als in Fig. 4.

Diese einfache Zelllage wird später zur Epidermis des Fisches und ist sie somit, wie dies schon von **Lereboullet**, **Kupffer**, **Rieneck** und **Stricker** erkannt worden war, als Hornblatt aufzufassen.

Ein zweiter Vorgang, der mit der Bildung der Keimhöhle eingeleitet wird und mit der successiven Verdünnung des Keimes über der Höhle Hand in Hand geht, besteht darin, dass eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Zellen sich von der unteren Fläche der Keimhaut ablöst und auf dem Boden der Höhle zurückbleibt oder nachträglich auf denselben herabfällt. (Fig. 1. 2. 3. 4. 5. I 4 Z.)

Diese Zellen bleiben jedoch nicht auf dem Boden der Keimhöhle liegen, sondern graben sich in die oberflächlichsten Schichten des Dotters ein (Fig. 1. 3. 4. 5. I 4 Z′.)

Man sieht diese Zellen an in Carmin gefärbten Präparaten besonders schön, da sie sich viel intensiver färben als der Dotter. Ich kann allerdings den Beweis nicht führen, dass alle Zellen, die auf dem Boden der Keimhöhle liegen, sich in den Dotter eingraben, allein nach oberflächlicher Schätzung dürfte die Zahl derer, die sich im Dotter vergraben, im Verhältniss zu allen, die sich von der Keimdecke abgelöst haben, wenigstens eine ziemlich beträchtliche sein. Ebensowenig kann ich mit Bestimmtheit sagen, ob alle Zellen, die im Dotter gefunden werden, von der unteren Fläche der Keimhöhlendecke stammen. Es finden sich nämlich Zellen im Dotter auch ausser dem Bereiche der Keimhöhle, ja selbst des Keimes, im Dotter oberflächlich versenkt. Fig. 1. 4 Z′. Diese letzteren Zellen könnten wohl vom Dotter, soweit er

stellt, so kann ich dem nicht beistimmen und muss an Bilder denken, die einem im Innern macerirten Keime entsprechen.

den Boden der Keimhöhle bildet, dorthin gewandert sein, sie können sich aber auch von der unteren Fläche des Keimes, soweit derselbe dem Dotter noch aufliegt, abgelöst haben. Gegen das letztere spricht einigermassen die zu allen Zeiten glatte Begrenzung des Keimwulstes, sowie der Embryonalanlage gegen den Dotter.

Diese Zellen bleiben im Dotter sehr lange; ich fand sie noch zahlreich zur Zeit, wo das Herz des Embryo schon entwickelt und im Dottersack die Gefässbildung eben eingeleitet ist, besonders unter dem hinteren Theile des Embryo in grosser Anzahl, sie vergrössern sich im Dotter, während der Embryo sich ausbildet, bedeutend und zeigen an Durchschnitten erhärteter Präparate oft die verschiedensten Formen. Besonders auf Sagittalschnitten erschienen sie oft als ganz enorm in die Länge gezogene rothe Streifen unterhalb der Embryonalanlage. Dass sich diese Zellen auch im Dotter vermehren, ist mir aus später zu beschreibenden Befunden sehr wahrscheinlich.

Eine dritte Veränderung, welche am Keime zu beobachten ist, betrifft die Zellen unter der obersten Schichte. Dieselben werden durchgehends etwas in die Länge gezogen, und zwar senkrecht zur Keimoberfläche (Fig. 3). Von dieser Veränderung nicht betroffen werden einzig und allein jene Zellen des Keimwulstes oder des verdickten Saumes der Keimscheibe, welche die untersten 3—5 Lagen jener Stelle ausmachen, an welcher der Keimwulst seine grösste Dicke hat (Fig. 3 *M*). Diese Zellen behalten ihre rundlich polygonale Form. So fand ich die Verhältnisse wenigstens an den Keimen einer Anzahl Eier vom 9. Tage nach der Befruchtung des Jahres 1870. Ich muss nur bemerken, dass diese Eier sich ziemlich rasch entwickelten. Wenn es dessungeachtet erlaubt ist, dieses Stadium mit etwas späteren aus einer anderen Partie Eier zu vergleichen, welche sich sehr langsam entwickelten, so scheint diese Veränderung keine bleibende zu sein. Denn an Keimen, welche, nach der Dicke der Keimhöhlendecke zu schliessen (vergleiche Fig. I 4.), einem viel späteren Stadium der Entwickelung angehörten, boten die Zellen fast sämmtlicher Schichten der Decke der Keimhöhle sowie des ganzen Keimwulstes grösstentheils mehr rundlich-polygonale Formen. Nur im Bereiche der Keimhöhle zeigte sich hier dicht unter der Epidermisschichte eine einfache Lage etwas länglicher Zellen in palissadenartiger Anordnung, die sich auch auf den Keimwulst fortsetzt. Fig. I 4. stellt einen Querschnitt durch den Keim im Bereiche der Keimhöhle aus diesem Stadium dar. Die Decke der Keimhöhle besteht unter der Epidermislage aus einer Schichte kurzer cylindrischer und einer Schichte rundlich polygonaler Zellen, an die sich dann noch eine unvollständige zweite Schichte kleinerer polygonaler Zellen anreiht.

Alle diese drei Schichten mit dem Hornblatte gehen links und rechts auf den Keimwulst über, wo sie nach unten noch um 2—3 Lagen grosser rundlich polygonaler Zellen verstärkt werden.

In der Folge verschwinden alle diese polygonalen Zellen von der unteren Fläche der Keimhöhlendecke und diese besteht dann, im Beginne der Bildung der ersten Embryonalanlage der Autoren, aus einer äusseren Lage platter Zellen und einer inneren cylindrischer, welche zusammen, wie ich mit Rieneck finde, das sensorielle Blatt Remack's darstellen. Fig. 4. u. 5 *ep* u. *s*).

Ich habe oben gesagt, dass die Keimhöhle unter dem Keime excentrisch auftritt und dass in Folge dessen der Keim nach einer Seite hin sich an einem Punkte gar nicht ausdehnt, die Keimhöhle sich fast gar nicht vergrössert und der Keimwulst an eben dieser Stelle stets am dicksten bleibt. Dass dem so sei, zeigen zunächst die Schnitte Figg. 1 u. 2, welche senkrecht zur Keimoberfläche so geführt sind, dass die dickste Stelle der Keimperipherie und die ihr gegenüberliegende getroffen sind. In Fig. 2 ist ausser dem Hornblatt noch keine Scheidung in Blätter wahrzunehmen, der ganze Keim besteht mit Ausnahme des Hornblattes aus gleichartigen polygonalen Zellen. Vergleicht man Fig. 1 u. 2, so ist ersichtlich, dass die Annahme, als hätte sich die eine Stelle der Keimperipherie blos durch an ihrer unteren Fläche angelagerte Zellen vergrössert, durch nichts gerechtfertigt ist; die dickste Stelle der Keimperipherie geht so allmählich in die Decke der Keimhöhle über, diese ist noch so wenig verdünnt, so wenig ausgezogen, dass unmöglich eine irgendwie erhebliche Zahl von Wanderzellen auf den Dotter herabgefallen sein kann.

Noch geringer wie von Fig. 1. auf 2. ist der Sprung von Fig. 2. auf 3. und auch hier in einem Stadium noch lange vor der Entwicklung der ersten Embryonalanlage der Autoren findet man, dass die Keimperipherie an einer Stelle (*F*) bedeutend mächtiger ist. Dieses Verhältniss wird nur um so auffälliger, jemehr sich die Decke der Keimhöhle verdünnt und der ganze Keim auf dem Dotter ausdehnt. Die Fig. I 1—4. und II 1—3. geben hievon Zeugniss; sie stellen sämmtlich Schnitte dar, welche parallel der Tangente zu der dicksten Stelle der Keimperipherie geführt sind oder senkrecht auf die in den Fig. 1—3. repräsentirte Schnittrichtung; die Schnitte Fig. I 1—4. stammen von einem Keime vom 16. Tage, die Schnitte Fig. II 1—3. sind einem Keime vom 18. Tage entnommen. Beide Keime zeigten von einer Embryonalanlage, wie sie in der Fig. 7. aus der dicksten Stelle der Keimperipherie gleichsam herausgewachsen ist, noch keine Spur.

Das Stadium der Fig. I 1—4. schliesst sich zunächst jenem der

Fig. 3 an, wie ein Vergleich mit der Decke der Keimhöhle in Fig. I 4. und Fig. 3. zeigt. In diesem Stadium fällt vor allem am periphersten Schnitte durch die verdickte Stelle des Keimwulstes (Fig. I 1.) auf, dass die Keimoberfläche an der Stelle, welche der Mitte des Schnittes entspricht, merklich aufgetrieben war. Eine Schichtung oder Ungleichheit der Zellen ausser bezüglich des Hornblattes ist hier noch nicht bemerkbar. Dieser Schnitt gehört der äussersten Region des Schwanzendes des zukünftigen Embryo an. Einer der nächsten Schnitte, ungefähr der Mitte jener verdickten Stelle des Randwulstes entsprechend, zeigt eine viel sanftere Wölbung nach oben. Die Zellmasse unter dem Hornblatte hat ihre grösste Mächtigkeit aber ebenfalls in der Mitte und springt hier über das Niveau des unteren Contours des Durchschnittes im stumpfen Winkel vor. In dieser Zellmasse macht sich bereits ein gewisser Gegensatz zwischen einigen oberen Lagen etwas länglicher Zellen und einigen unteren mehr rundlich-polygonalen geltend, ohne dass zwischen beiden eine deutliche Gränze angegeben werden könnte. Ein Schnitt noch etwas weiter nach vorn Fig. I 3. zeigt eine noch viel sanftere obere Wölbung, als der vorhergehende. Die Zelllage unter dem Hornblatte ist in der Mitte wie in den beiden vorigen Schnitten am mächtigsten, nach unten bietet sie einen flachconvexen, etwas breiteren Vorsprung, als die des vorigen Schnittes (Fig. I 2). Nach aussen zu verschmächtigt sich diese Zelllage etwas, um an den Rändern des Schnittes wieder etwas anzuschwellen, ohne aber ganz jene Mächtigkeit zu erreichen, welche, sie in der Mitte hatte. Diese beiden Randstellen entsprechen einem Schrägquerdurchschnitte durch den Keimwulst, d. h. durch seine nicht verdickte Partie. Rechts aussen in diesem Schnitte sieht man eine kleine Lücke im Keime, die Hauptmasse seiner Zellen erscheint vom Dotter abgehoben, einige sind hiebei noch auf dem Dotter zurückgeblieben. Diese letzteren hängen mit dem Keimwulste *kw.* und mit der abgehobenen Partie der Zellmasse noch zusammen. Die Lücke ist, wie die folgenden Schnitte lehrten, der Anfang der Keimhöhle. Der Unterschied zwischen einigen oberen Lagen mehr cylindrischer und einigen unteren rundlich-polygonaler Zellen tritt noch etwas deutlicher hervor, als auf dem vorigen Schnitte, dennoch ist zwischen beiden keine scharfe Grenze anzugeben. Eine scharfe Grenze existirt erst auf den Schnitten, welche voll in die Keimhöhle trafen. Ein solcher (Fig. I 4.) zeigt, wie schon oben erwähnt wurde, folgende Schichtung, die oberste Lage platter Zellen stellt das Hornblatt dar, hierauf kommt eine einfache Lage kurzer cylindrischer und dann eine ein- bis zweifache — im Keimwulst vier- bis fünffache Schichte rundlich-polygonaler Zellen. Wir begegnen also hier dem ersten Auftreten eines zweiten

Blattes unter dem Hornblatte, das im Bereiche der Keimhöhle und des Keimwulstes eine scharfbegrenzte einzellige Lage bildet, an der verdickten Stelle des letzteren aber mehrschichtig ist, jedoch ohne scharfe Grenze gegen die unteren Zelllagen.

Die Scheidung eines zweiten Blattes unterhalb des Hornblattes von einer unteren noch weiterer Differenzirung harrenden Zellmasse beginnt also zuerst im Bereiche der Keimhöhle, greift von da auf den Keimwulst über, wo sie in der dicksten Stelle desselben, von welcher aus sich die Embryonalanlage bildete, zuletzt deutlich hervortritt. Dieses Blatt muss ich aus später zu erörternden Gründen mit Rieneck und Stricker als Sinnesblatt bezeichnen. Vergleicht man die Schnitte Fig. I 1—3. bezüglich ihrer oberen Begrenzung, so geht daraus hervor, dass die verdickte Stelle des Keimwulstes ihre grösste Erhabenheit über dem Niveau der Keimhautoberfläche nächst der Peripherie derselben hat, dass sie sich von hier aus gegen die Keimhöhle verbreitert und verflacht, während sie ihre grösste Mächtigkeit nahezu in der Mitte jener flachen Erhabenheit zeigt. (Fig. I 2).

Die Schnitte durch den Keim eines Eies, vom 18. Tage Fig. II 1—3. boten nicht unwesentliche Veränderungen dar. Ein Querschnitt nahe der Keimperipherie durch die verdickte Stelle des Keimwulstes, zeigte dieselben Verhältnisse, wie der in Fig. I 1., ein etwas weiter von derselben entfernter Schnitt, Fig. II 1. zeigte im Allgemeinen deutlich zweierlei Zellformen. Die Zellen der oberen Lagen, mit Ausnahme derer hart unter dem Hornblatte (Fig. II 1 *ep.*), waren deutlich in die Länge gezogen, cylindrisch, die der unteren Lagen (Fig. II 1 *M.*) rundlich-polygonal. Beide Lagen grenzten sich auf beiden Flügeln des Schnittes durch einen ziemlich deutlichen, wenn auch noch sehr unregelmässigen Contour ab. Eine deutliche Grenze war also hier schon vorhanden. Diese Grenze fehlte jedoch in der Mitte des Präparates. Hier erschienen die Zellen der oberen 7—9 Lagen wie concentrisch angeordnet, und gingen die mehr länglichen Formen der oberen Lagen successive in die rundlich-polygonalen der unteren über. Ich nenne diese Bildung Axenstrang, da, wie im His'schen Axenstrange beim Hühnchen oberes Keimblatt und mittleres, hier die Zellen des Sinnesblattes mit dem der unteren noch undifferencirten Zellmasse so vermischt sind, dass eine genaue Scheidung zwischen beiden nicht möglich ist.

Ein weiter von der Keimperipherie entfernter Schnitt Fig. II 2. hat ähnliche Formverhältnisse, wie der in Fig. I 2, nur springt die mittlere Zellmasse nach unten nicht so weit vor als dort. Das Sinnesblatt (*s*) schied sich von der unteren Masse noch undifferencirter Zellen überall deutlich, indem es sich mit einer geschlossenen einfachen Reihe cylindrischer Zellen gegen dieselbe absetzte; zwischen dieser und dem Hornblatte befand sich noch eine in der Mitte dreifache, nach aussen verschmächtigte Lage von rundlich-polygonalen Zellen. Die in der Mitte der vorigen Schnitte als Axenstrang beschriebene concentrische Anordnung der Zellen fehlte ganz, dafür war aber auch hier in der ganzen Ausdehnung des Schnittes eine deutliche untere Grenze des Sinnesblattes bemerkbar. Ich will hier gleich bemerken, dass die unter der einfachen Reihe cylindrischer Zellen befindliche Masse rundlich-polygonaler die Anlage für das mittlere oder motorische und untere oder Darmdrüsenblatt enthält, und jene einfache Zellreihe also noch dem Sinnesblatte angehört. Ein dritter Schnitt, noch weiter vom Keimrand entfernt, hat ähnliche Formverhältnisse wie der in Fig. I 3. abgebildete. In der Mitte am mächtigsten verdünnte er sich nach beiden Seiten hin etwas, um am Rande wieder etwas anzuschwellen. Die Ränder des Schnittes entsprechen auch hier einem Schiefquerdurchschnitte des Keimwulstes links und rechts von seiner verdickten Stelle. Auf dem rechten Flügel erschien wieder wie auf Fig. I 3. die Keimhöhle mitgetroffen und auf dem Boden derselben lagen wie dort einige Zellen, die sich an die untersten des seitlichen Theiles des Keimwulstes anschlossen. Die Abgrenzung des Sinnesblattes geschah hier wieder durch eine Reihe cylindrischer Zellen, unter welcher sich eine in der Mitte und auf den Seiten gleich mächtige Lage noch undifferencirter rundlich-polygonaler Zellen befand. Als besondere Eigenthümlichkeit dieses Schnittes muss ich noch hervorheben, dass das Hornblatt über den Keimrand um zwei Zellen (ep″) hinausgeschoben erschien und mit denselben dem Dotter direct auflag, ein Verhalten, welches sich von nun an durch mehrere Stadien hindurch findet und zwar rings um den Keim; ja dieser Epidermissaum gewinnt sogar noch an Breite (cf. Fig. 4 u. 5 ep″). Ich muss hier nochmals auf die von Kupffer (l. c.) am Eie von Gasterosteus und Spinachia rings um den Keim herum beobachteten Zellen hinweisen, indem es möglich wäre, dass auch dort, nur in einem noch viel früheren Stadium der Entwickelung, die Zellen des Hornblattes über den Keim hinaus wachsen. Ich kann allerdings nicht beurtheilen, ob die Verhältnisse in den genannten Eiern nicht eine derartige Annahme vielleicht mit Sicherheit ausschliessen lassen, allein Beobachtungen am frischen Eie in Bezug auf so feine Veränderungen scheinen mir jedenfalls nicht vollkommen verlässlich. Kupffer sagt freilich nichts davon, dass in diesem Stadium der Entwickelung ein Hornblatt vorhanden sei. Es ist aber zu bedenken, dass ihm die Duplicität des oberen Blattes überhaupt entgangen ist. Ich glaube jedoch sicher, dass bei allen Knochenfischen die Verhältnisse dieselben sein werden, was die Blätter anlangt. Es wäre also wohl nicht zu gewagt daran zu denken, dass der Keim von Gasterosteus in dem von Kupffer Fig. 1. (l. c.) abgebildeten Stadium von einem dünnen Hornblatt überzogen sei, welches Kupffer im Bereiche der Keimscheibe entgangen wäre, während sein über dieselbe hinausreichender Rand ihm allein in die Augen fiel. Es scheint mir ferner auch denkbar, dass im Beginne des Auswachsens der dünnen Epidermislage die zarten Contouren der jungen Zellen nicht unterscheidbar wären, während ihre Kerne deutlich hervortreten, wie es denn auch Kupffer beschreibt, indem er erst diese und nachher die Contouren der Zellen sichtbar werden lässt[1].

Wir haben in jener von Anbeginn der Ausdehnung des Keimes dicksten und breitesten Stelle seines Saumes oder Randwulstes an einem sehr peripheren Schnitte Fig. II 1. eine Organisation getroffen, wie sie sich später längs des hinteren Theiles der Medianlinie der von den Autoren bisher als erste Embryonalanlage beschriebenen Bildung findet, den Axenstrang. Das Sinnesblatt ist an dieser Stelle von der unter ihm liegenden Zellmasse nicht deutlich geschieden. Wir werden später sehen, dass eben dasselbe in jenem Theile des schildförmigen Embryo der Fall ist, der dem Rumpfe des Fisches entspricht, insofern auch hier oberes und mittleres Keimblatt vor dem Auftreten der Chorda nicht deutlich geschieden sind. Noch genauer werden wir die als Axenstrang beschriebene Organisation in jenem Theile des noch ganz jungen Embryo wiederfinden, welcher seinem hinteren Leibesende entspricht und welche ich als Schwanzknospe beschreiben werde. In diesem hintersten Abschnitte des Embryo werden wir selbst jene concentrische Aneinanderlagerung der Zellen der Axe und zwar noch viel ausgesprochener wiederfinden. Wir können daher jetzt schon die von Anbeginn einer Trennung des Keimes in Keimhöhlendecke und Randwulst vorhandene dickste Stelle des letzteren, als die erste Anlage des Embryo auffassen und können überdies noch, abgesehen von der bekannten Thatsache, dass der Schwanz des Embryo von der Randparthie des Keimes aus hervorwächst, den äussersten Theil jener dicksten Stelle der Keimperipherie schon jetzt als die erste Anlage der Schwanzknospe bezeichnen. Der eigentliche Körper des Embryo wird also in jenem Theile der dicksten Stelle der Keimperipherie zu suchen sein, welcher vor dem Schnitte Fig. I 1. liegt und in den Durchschnitten Fig. I 2. 3. und II 1. 2. 3. repräsentirt ist. Wenn ich daher im Vorhergehenden von der verdickten Stelle des Keimsaumes in einem gewissen Gegensatze zu einer »ersten Anlage des Embryo« sprach, so geschah dies nur um nicht ein Wort, das in der Entwicklungsgeschichte der Fische schon eine bestimmte Bedeutung erlangt hat, auf einen Gegenstand anzuwenden, dessen Wesen ich erst aufzuklären gezwungen war. Jetzt stehe ich nicht an die Benennung »erste Embryonalanlage« auf den von mir beschriebenen dicksten Theil des Keimwulstes auszudehnen. Indessen halte ich es dennoch für gerathen die Bezeichnung primitive Embryonalanlage, die ich jenem dicksten Theile der Keimperipherie zu geben gedenke, in ihrer Anwendung etwas zu beschränken. Vom ersten Erscheinen einer Höhle unter einem peripheren Theile des Keimes an ist die Scheidung des letzteren in Keimhöhlendecke uud Keimsaum eingeleitet. Der letztere ist jetzt schon an einer Stelle am dicksten; diese Stelle verkleinert sich jedoch noch lange Zeit hindurch nicht unbedeutend und es ist daher nicht anzunehmen, dass auch nur der grössere Theil der Zellen, aus der sie im Anfang besteht, direct in den Leib des Embryo einbezogen werde, vielmehr wird ein grosser Theil derselben noch zur Bildung der Decke der Keimhöhle verwendet. Noch mehr ist dies der Fall vor der Bildung der Keimhöhle, wenn der Keim eben begonnen hat sich einseitig abzuflachen. Mit dem ersten Auftreten dieser einseitigen Abflachung ist zwar allerdings schon die Richtung des zukünftigen Embryo im Keime gegeben, allein in dem dickeren Theile des Keimes ist entschieden noch viel mehr enthalten, als was zunächst in den Leib des Embryo einbezogen wird. Ich glaube daher besser zu thun die Bezeichnung »primitive Embryonalanlage« wenigstens erst dann anzuwenden, wenn die in der Decke der Keimhöhle und im Keimwulst bereits eingeleitete Bildung eines doppelten oberen Keimblattes auch auf den dicksten Theil des Keimwulstes übergegriffen hat. Auf jenes Stadium aber, in welchem im peripheren Theile der verdickten Stelle des Keimwulstes jene axiale Fusion des Sinnesblattes mit den unter ihm liegenden hier zunächst concentrisch sich anordnenden Zellen beginnt (Fig. II 1.), werde ich die Bezeichnung erste Embryonalanlage ausdehnen.

---

[1] Ich habe im ersten Capitel dieses Aufsatzes (Heft 3. des 22. Bandes der Ztsch. f. wiss. Zool. pg. 385) auf die Möglichkeit einer Abstammung jener Kupffer'schen Zellen aus einem Stücke des lebendigen Keimes, das gewissermassen noch in der Dotterhaut enthalten ist, aufmerksam gemacht. Ohne mit dieser oder jener Erklärungsweise mehr ausdrücken zu wollen, als dass mir die Annahme einer freien Zellenbildung unter so bewandten Umständen weder gerechtfertigt noch zwingend erscheint, begnüge ich mich auf zweierlei mögliche Arten der Entstehung jener Zellen hingewiesen zu haben, es weiteren Beobachtungen überlassend ob eine derselben und welche sich als richtig erweisen wird.

Auf ein Verhältniss muss ich, bevor ich weiter gehe, bei diesem Stadium der Entwicklung des Forellenkeimes noch aufmerksam machen. Im vorderen Theile der primitiven Embryonalanlage, ja im grössten Theile derselben, sind Sinnesblatt und die unter ihm liegende Zellmasse — zunächst also das mittlere Keimblatt — deutlich getrennt. **Kupffer**, der (l. c.) an den Embryonalanlagen der von ihm untersuchten Knochenfische ebenfalls einen axialen Theil entdeckte, in welchem oberes und mittleres Keimblatt nicht deutlich getrennt sind, hebt hervor, dass es ihm scheine, als seien hier die beiden betreffenden Blätter von Anfang an verschmolzen und als trennten sie sich erst später, während beim Hühnchen die Verschmelzung der Medullarplatten mit dem axialen Theile des mittleren Keimblattes erst nachträglich vor sich geht. Ich kann dem gegenüber nur Folgendes bemerken: Im grössten Theile meiner eben beschriebenen ersten Embryonalanlage sind oberes und mittleres Keimblatt deutlich getrennt, ob eine solche Trennung auch dort vorhanden war, wo ich in dem Stadium Fig. II 1. das erste Auftreten des Axenstranges wahrnahm, muss ich zweifelhaft lassen, jedenfalls aber steht soviel fest, dass in dem zunächst zu beschreibenden, der Bildung der Rückenfurche kurz voraufgehenden Stadium der Entwicklung des Embryo (Fig. 7. u. III 1.) die Keimblätter nur im hintersten oder periphersten Theile der embryonalen Axe undeutlich getrennt sind, im vorderen, weitaus grössten Theile ist noch immer eine deutliche Grenze zwischen Sinnes- und mittlerem Keimblatte vorhanden, ja sie ist selbst ausgeprägter als früher (Fig. I 2. u. 3.), während nach der Bildung der Rückenfurche nur mehr im allervordersten, also im kleinsten Theile des Embryo eine deutliche Scheidung der beiden Blätter im Axentheile vorhanden ist. Es besteht somit hierin kein wesentlicher Unterschied zwischen Vogel und Knochenfisch. Bezüglich des hinteren Theiles des Embryo muss ich jedoch noch hervorheben, dass gerade hier die Sonderung später und zwar noch vor dem Auftreten einer deutlich unterscheidbaren Chorda, immer schärfer hervortritt.

Sobald die primitive Embryonalanlage oder die verdickte Stelle des Randwulstes einmal die beschriebene histologische Differencirung zeigt, entsteht sehr bald das, was bisher von den Autoren als erste Spur des Embryo bezeichnet wurde. Die primitive Embryonalanlage ragte bisher in die Keimhöhle in kaum nennenswerthem Grade vor: die Anschwellung des Keimwulstes gegen jene verdickte Stelle war eine ganz allmälige. Von nun an verlängert sich die gesammte Embryonalanlage, sich auf dem Dotter hinschiebend, rasch in die Keimhöhle hinein. Es bildet sich zuerst eine vom Keimwulste nach vorn in die Keimhöhle hineinragende, nach oben stark convexe, rundliche Platte aus, deren Oberfläche in der Mitte über das Niveau der Keimhaut etwas erhaben erscheint (Fig. 7. *E*). Gegen den

Keimwulst ist diese schildförmige Platte in der Mitte durch eine seichte, breite Vertiefung getrennt, die Winkel zwischen dem inneren Contour des Keimwulstes und dem rundlichen Embryonalschilde, wie ich diese Anlage mit KUPFFER (l. c.) nennen will, sind durch dreieckige Zellmassen ausgefüllt, welche etwas weniger über das Niveau der Keimhaut emporragen, als der Schild selbst oder der Keimwulst[1]. Um dieses Stadium nach einem äusserlichen Merkmale genauer zu characterisiren nenne ich es das Stadium des runden Embryonalschildes.

Ein Durchschnitt quer durch die Mitte des Embryonalschildes zeigte ausser dem Hornblatte eine obere in der Mitte 2—3 schichtige Lage rundlich-polygonaler und darunter 2—3 Schichten länglicher, senkrecht gestellter Zellen. Diese letzteren grenzten sich wie durch einen deutlichen Contour von einer in der Mitte 3—5schichtigen Lage grosser, rundlich-polygonaler Zellen ab; sie schieden das Sinnesblatt von jener Zellmasse, welche das mittlere und untere Blatt repräsentirt. Die Grenze zwischen Sinnesblatt und jener Zellmasse an den Rändern war weniger deutlich indem hier besonders links die Zellen des oberen Blattes nicht genug regelmässige Formen boten. Ich glaube dies auf Rechnung der bedeutenden Convexität des Embryonalschildes setzen zu dürfen, die es bedingte, dass nicht alle länglichen Zellen überall so ziemlich der Länge nach getroffen werden konnten, umsomehr da der Schnitt nicht genau senkrecht auf die Längsaxe geführt war. Die von diesem Schnitte nach vorwärts, so wie einige etwas nach rückwärts gelegene, zeigten dieselben Schichtungsverhältnisse, aber nicht die gleiche Mächtigkeit der einzelnen Schichten, wie sich schon aus der stark convexen Form des Schildes mit Nothwendigkeit ergiebt. Die äussersten Schnitte durch die Peripherie des Keimes im Bereiche der Embryonalanlage boten Schichtungsverhältnisse ähnlich denen des Schnittes Fig. II 1., nämlich die concentrische Anordnung in der Mitte.

In einem weiteren Stadium, einen Tag später, erschien der Embryonalschild bedeutend vergrössert; er hatte sich nach vorn, besonders aber nach den Seiten hin ausgedehnt und war daher etwas breiter als lang. Ich nenne dieses Stadium das des »breiten oder querovalen Embryonalschildes. Der Embryonalschild war nach rückwärts, wo er in den Randwulst überging, stumpf zugespitzt und endete in eine kleine knopfförmige Anschwellung (Fig. 8. *S*), die Schwanzknospe, ein Gebilde, das im vorigen Stadium äusserlich nur undeutlich ausgeprägt war

---

[1] Ich muss hervorheben, dass die von mir in Chromsäure erhärteten Keime nur äusserst selten jenes Eingesunkensein der Keimhöhlendecke zeigten, wie es STRICKER (Wiener Sitzungsberichte Bd. 51, II) beschreibt und das Wirkung des Reagens bezeichnet.

(Fig. 7. *S*). Diese Knospe lag sozusagen mitten in der Substanz des schon sehr verschmächtigten Randwulstes *kw*, den sie nach rückwärts und nach oben leicht überragte. Der Embryonalschild war durch eine seichte Rinne rings um die vordere Peripherie der Schwanzknospe von dieser äusserlich getrennt. Von dieser Rinne aus zog eine zweite wenig tiefere über die Oberfläche des Embryonalschildes hin nach vorn bis über die Mitte desselben, wo sie unmerklich auslief. Diese Rinne (Fig. 8. *Rf*) von Stricker (l. c.) Rückenfurche genannt, theilte den Embryonalschild, so weit sie reichte, in zwei seitliche symmetrische Hälften. Sie war sehr seicht, am Grunde eng, verflachte sich nach vorne rasch und ihre Seitenwände, die im stumpfen Winkel aneinanderstiessen, gingen ziemlich allmälig in die gewölbte Oberfläche des Embryonalschildes über.

Eine Rückenfurche bei den Fischen beschreibt schon v. Baer am Embryo des Ciprinus Blicca (l. c.). Er identificirt dieselbe mit der Medullarrinne des Hühnchens und lässt sie in der nämlichen Weise wie beim Hühnchen sich zum Medullarohre schliessen. Demgemäss beschreibt v. Baer auch die zwei Erhabenheiten neben der Furche als Rückenwülste, welche sich über die Oberfläche des Keimes erheben und unter der Dotterhaut, die hierbei vom Keime abgehoben wird, gegeneinander gleiten, bis sie sich an den Kanten berühren. — Aehnlich beschreibt Vogt (l. c.) die Bildung des Cerebrospinalsystems. In dem Primitivstreifen, dem optischen Ausdrucke der sich in der zukünftigen Axe des Embryo anhäufenden Embryonalzellen, erscheint eine seichte Furche, seitlich von zwei sehr flachen Rückenwülsten umgeben; am Schwanzende wird sie seichter und verschwindet. Die Rückenwülste verlieren sich nach rückwärts in den Saum des Dotterloches. Indem sie sich mehr und mehr erheben, nähern sie sich und schliessen endlich die Furche. Hierbei soll die Epidermis, welche zuerst die Medullarrinne auskleidete, herausgehoben werden und, so lange sie offen ist, eine Art Dach über dieselbe bilden. — Lereboullet (ll. cc.) beschreibt denselben Vorgang der Bildung des Medullarrohres am Hecht, Barsch und der Forelle. Die Bandelette primitive trägt längs ihrer Axe eine Art cylindrischer Erhabenheit, diese ist hohl und wird gebildet durch zwei längliche Wülste, zwischen denen eine Furche läuft, über die sich die von ihrer Unterlage abgehobene Epidermis wegspannt. Die Wülste schliessen die Rinne endlich zu einem Rohre ab, in welchem sich aus einer dasselbe erfüllenden Flüssigkeit die Rückenmarksstränge und das Gehirn bilden. — Kupffer (l. c.) beschreibt diese Furche ebenfalls; ihr Auftreten beobachtete er um die Zeit, da der Axentheil des Embryo einen gegen den Dotter immer mehr vorspringenden Kiel bekommt. Ein Kiel soll jedoch nach Kupffer an den von ihm beobachteten Eiern von Gasterosteus und Gobius schon vor dem Auftreten der Furche vorhanden sein und mit dem Auftreten derselben sich blos mehr verdrängen. Ohne einen deutlichen Kiel bei der Forelle vor dem Auftreten der Rückenfurche gerade beobachtet zu haben, bin ich geneigt dasselbe dennoch auch hier anzunehmen, eine Andeutung eines Vorsprungs nach unten beobachtete ich, die Furche aber halte ich für eine Folge des sich entwickelnden Kieles, da sie in eben dem Masse tiefer wird, als der Kiel selbst sich nach unten verlängert.

Bezüglich der Bildung des Cerebrospinalsystems ist Kupffer der erste, der von der Beschreibung der angeführten Autoren wesentlich abweicht. Der Kiel ist nach Kupffer eine Verdickung des oberen Blattes (Kupffer scheidet dasselbe nicht in ein oberflächliches Hornblatt und unter demselben befindliches Sinnesblatt), das jedoch hier von dem zweiten Blatte nicht getrennt ist. Die verdickten Theile links und rechts von der Furche bilden später das Gehirn und Mark. Kupffer vergleicht daher dieselben den Medullarplatten des Hühnchens; nach aussen sollen sie sich wie diese in ein Hornblatt fortsetzen. Der Boden der Furche erhebt sich später so, dass die Furche von vorn nach rückwärts verstreicht und die Anlage des Gehirns und Marks nicht blos nach unten sondern auch nach oben über die Keimhaut prominirt. Dadurch sei aus den Medullarplatten ein Medullarstrang geworden — ein wirklich solider Strang — und hierin ruht der Schwerpunct in der von Kupffer beschriebenen Art und Weise der Anlage des Cerebrospinalsystems bei den Knochenfischen. Das Hornblatt hängt mit diesem Strange noch zusammen und zwar an seiner oberen Fläche, der letztere ist also nichts als eine Verdickung des ersteren. Später hebt sich das Hornblatt in der oberen Mittellinie des Stranges von vorne nach rückwärts ab und darunter entsteht eine von aussen eindringende ebenfalls von vorn nach hinten fortschreitende Furche, welche die Umwandlung des Medullarstranges in eine Rinne einleitet. Diese endlich schliesst sich durch Aneinanderlagerung ihrer Ränder zum Medullarrohre. Die Anlage des Gehirns- und Rückenmarkes bei den Knochenfischen ist also nach Kupffer eine ursprünglich solide, eine Angabe, die ein Jahr später von Götte[1]) für die Forelle bestätigt wurde. Meine eigenen Beobachtungen an Durchschnitten des Forellenkeimes stimmen mit jenen Kupffer's im Wesentlichen überein, wie ich im Folgenden zeigen werde.

Ich beginne mit der Beschreibung der Durchschnitte durch einen Keim vom 20. Tage, welcher der Fig. 8. entspricht. Ein Querschnitt durch die äusserste Parthie der Schwanzknospe (Fig. V 1.) der Em-

---

1) Centralblatt für die med. Wissenschaften. Berlin 1869. Nr. 26.

bryonalanlage und zugleich durch den peripbersten Theil des an sie stossenden Keimwulstes zeigt an seiner Oberfläche das einfache plattzellige Hornblatt. Unter demselben befindet sich eine mehrschichtige, nach links und rechts in eine Spitze auslaufende Masse undifferencirter, rundlich-polygonaler Zellen. Dieselbe springt oben und unten in der Mitte nicht unbeträchtlich vor. An dieser Stelle zeigten die rundlich-polygonalen Zellen eine deutliche concentrische Schichtung, das Centrum derselben lag jedoch etwas näher dem oberen als dem unteren Contour des Durchschnittes. Ein Sinnesblatt war hier entweder nicht vorhanden oder noch nicht deutlich zu unterscheiden. Ein zweiter Schnitt weiter nach vorn (Fig. V 2.) unterschied sich von dem vorigen, ausser durch grössere Breite und Länge, durch eine besonders nach oben weniger weit vorspringende mittlere, ebenfalls concentrisch geschichtete Zellmasse. Dieselbe grenzte nach oben an das Hornblatt (*ep*) und setzte sich nach aussen in die beiden seitlichen dreieckigen Zellmassen fort; zwischen diesem und dem Hornblatte grenzte sich auf eine gewisse Strecke links und rechts von jener concentrisch geschichteten Zellmasse je eine nach aussen verschmächtigte, nach innen zu mächtiger werdende Schichte durch eine Lage cylindrischer Zellen ab. Diese Schichte ist der Anfang des Sinnesblattes. Nach unten und oben war sie links und rechts deutlich begrenzt, medialwärts schien sie in dem Winkel zwischen Hornblatt und concentrisch geschichteter Zellmasse mit einigen spindelförmigen Zellen sich einzuschieben, ohne dass jedoch zwischen ihr und der concentrischen Zellmasse eine deutliche und scharfe Grenze anzugeben gewesen wäre. Diese beiden Schnitte gehörten der Schwanzknospe an (Fig. 8. *S*), der zweite von ihnen lag schon nahe der vorderen Grenze derselben und traf somit auch schon die schildförmige Embryonalanlage mit. Man sieht auf beiden Schnitten in der Mitte jene concentrisch geschichtete Zellmasse, die ich im vorigen Stadium als Axenstrang beschrieben habe. Das Sinnesblatt verschmächtigte sich auf diesem Schnitte Fig. 5. auch gegen den Axenstrang hin beiderseits. Ein bis zwei Schnitte weiter nach vorn schien es, als ob das Sinnesblatt, die beiden Theile derselben als zusammenhängendes Ganze aufgefasst, mit seiner verdünnten Mitte dem Axenstrange aufliege. Ob diese Anschauung richtig ist, lässt sich hier noch nicht mit Sicherheit angeben, da eine scharfe Grenze des Sinnesblattes gegen den Axenstrang nicht existirt.

Weiter nach vorn gelegene Schnitte, welche den Embryonalschild und die Rückenfurche trafen, hatten die Form der Feder einer Armbrust. Die Schnitte zeigten einen in der Mitte eingesunkenen oberen Contour, die spitzwinklige Einsenkung desselben

(Fig. V 3. *Rf*) entspricht der Rückenfurche. Nach aussen wölbte sich dieser Contour bedeutend um dann rasch im nach oben concaven Bogen abzufallen. Der Mitte, d. h. jener Einsenkung oder dem Durchschnitte der Rückenfurche, entsprach am unteren Contour des Präparates ein stumpfer Vorsprung, gleich jenem in Fig. IV 1. und 2., aber stärker, den seitlichen Anschwellungen oben entsprachen eben solche Ausbauchungen unten und umgekehrt. In Bezug auf Schichtung war im Präparate zu bemerken: oben das einfache Hornblatt, darunter in der Mitte eine concentrisch geschichtete Masse rundlich-polygonaler Zellen, die Fortsetzung des Axenstranges; in den beiden Flügeln des Präparates war die Masse rundlich-polygonaler Zellen in zwei übereinanderliegende Abtheilungen gebracht, indem mitten durch sie, nahe von den äussersten Spitzen des Durchschnittes aus, je eine einfache Lage cylindrischer Zellen zog, welche den oberen und unteren Contour der Seitentheile des ganzen Durchschnittes nachahmte. Gegen den Axenstrang zu senkte sich also diese Reihe Cylinderzellen nach unten herab und hörte an demselben links und rechts auf, so dass eine deutliche Grenze zwischen Axenstrang und Sinnesblatt nicht anzugeben war. Noch weniger aber, als zwischen Sinnesblatt und Axenstrang, existirte zwischen diesem und den unter demselben liegenden Zellmassen eine Grenze.

Die verschiedenen Schnitte durch den Embryonalschild im Bereich der Furche unterschieden sich, ausser durch ihre verschiedene Länge, durch ein verschiedenes Verhalten des Axenstranges und der an denselben stossenden Cylinderzellen. Was den Axenstrang anlangte, so erschien sein Centrum auf den weiter vorn gelegenen Schnitten mehr nach unten verrückt. Dem entsprechend senkten sich auch die beiden rechts und links an ihn stossenden Cylinderzellenreihen in den vorderen Schnitten (cf. Fig. IV 3.) weiter herab und näherten sich mehr der Mittellinie, als auf den mehr nach rückwärts gelegenen. Demgemäss war auch das Sinnesblatt an den weiter vorwärts liegenden Schnitten nahe der Medianlinie mächtiger als in den mehr rückwärtigen. Endlich rückte das Sinnesblatt so weit herab, dass nur mehr eine kleine querovale, concentrisch geschichtete Zellgruppe, als Axenstrang gedeutet werden konnte, über der die Cylinderzellenreihen von beiden Seiten sich sehr genähert hatten. Auf den Durchschnitten ausserhalb des Bereiches der Rückenfurche, war in der Mitte der unter der Cylinderzellenreihe befindlichen Masse rundlich-polygonaler Zellen keine concentrische Schichtung mehr zu sehen, der Axenstrang hatte hier also aufgehört. Statt desselben bemerkte man nur mehr eine grössere Mächtigkeit der unteren Zellmasse in der Mitte, sie sprang nach unten, wie vorher der Axenstrang, nur weniger stark und mit einer flacheren, breiteren Krümmung, vor. Ueber dieser unteren Masse rundlich-polygonaler Zellen waren die beiden Cylinderzellenreihen in der Mitte vereint und grenzten sich geradlinig gegen dieselbe ab. Das Sinnesblatt war hier, gleichwie in Fig. III 1., in der Mitte am mächtigsten, es bestand aus nahezu drei Reihen Cylinderzellen und zwei Reihen darüberliegender, rundlich-polygonaler, die an das Hornblatt stiessen. Vergleicht man alle Durchschnitte durch den Embryonalschild, so ergiebt sich aus dem unteren, in der Mitte überall vorspringenden Contour, dass der Embryo von der Schwanzknospe angefangen, bis wo er sich unmerklich in die Decke der Keimhaut verliert, in der Mitte seiner unteren Fläche einen schwachen stumpfen Kiel besitzt, der von hinten nach vorn breiter wird, in der Mitte am meisten gegen den Dotter vorragt und nach vorn vom Bereiche der Rückenfurche sich immer mehr verflacht, bis er sich endlich mit der unteren Masse rundlich-polygonaler Zellen verliert; dies ist der Fall am vorderen Rande des Embryonalschildes, nahe der Grenze desselben gegen die Decke der Keimhöhle, die nur mehr aus dem Hornblatte und einer Schichte von Cylinderzellen, der untersten Schichte des Sinnesblattes, besteht. Der Kiel ist somit der Ausdruck des nach unten, gegen den Dotter vorspringenden Axenstranges. Vergleicht man das Verhalten des Axenstranges auf den successiven Schnitten zum Horn- und Sinnesblatte, so geht daraus Folgendes hervor: Der Axenstrang beginnt am hinteren Leibesende des Embryo, in der Schwanzknospe (Fig. V 1.), hier grenzt er zuerst wahrscheinlich direct an das Hornblatt, ein deutliches Sinnesblatt wenigstens existirt hier noch nicht. An der Grenze von Schwanzknospe und Embryonalschild tritt links und rechts vom Axenstrange das Sinnesblatt auf, das sich aber ohne deutliche Grenze in den letzteren verliert (Fig. V 2.). Anfangs ist es nicht zu entscheiden, ob das Sinnesblatt mit einer dünnen (einfachen) Zelllage sich über den Axenstrang hinschiebt, an weiter nach vorn gelegenen Schnitten jedoch tritt dies immer deutlicher hervor. Das Sinnesblatt wird links und rechts vom Axenstrange immer mächtiger, die beiden Cylinderzellenreihen werden immer weiter vom Hornblatte abgedrängt und das Centrum des concentrisch-geschichteten Axenstranges rückt immer weiter herab (Fig. V 3.). Dies ist am ausgeprägtesten ungefähr in der Gegend der vorderen Hälfte der Rückenfurche und hier spricht sich das Herabgedrängtwerden des Axenstranges auch durch ein sehr starkes Vorspringen desselben gegen den Dotter aus. Wenn auch die Grenze zwischen Axenstrang und Sinnesblatt nur im Bereiche der Cylinderzellenreihen einigermassen deutlich ist, so sieht man doch, und zwar gerade aus der successiven gegenseitigen Annäherung der medialen Enden derselben, die endlich zu ihrer Vereinigung führt, dass das Sinnesblatt von vorn nach hinten den Axenstrang mehr und mehr, in immer mächtigerer Schichte, überlagert. Endlich, wenn das Sinnesblatt als geschlossenes Ganzes den Querschnitt durch den vor der Rückenfurche gelegenen Theil des Embryonalschildes der ganzen Breite nach einnimmt, ist der Axenstrang verschwunden, d. h. die Zellen in der Mitte zeigen nirgends eine concentrische Anordnung, die früher links und rechts vom Axenstrang und unter dem Sinnesblatte gelegenen Massen rundlich-polygonaler Zellen haben sich ebenfalls vereinigt.

Ich halte es zum genaueren Verständniss der an Querschnitten der primitiven Embryonalanlage besprochenen Verhältnisse für erspriesslich, dieselben auch an Sagittalschnitten zur Anschauung zu bringen und wähle hierzu das Stadium der Fig. II (1—4.). Leider muss ich gestehen, dass mir reine Sagittalschnitte nicht gelungen sind; die in Fig. 4. und 5. dargestellten Schnitte gehen der Rückenfurche nicht genau parallel, sondern divergiren in ihrer Richtung von der der Rückenfurche etwas nach vorn; dieser kleine Fehler hat bei dem mehr lateral gelegenen Schnitte Fig. 5. nichts zu bedeuten, die Schichtungsverhältnisse werden hier dadurch nicht wesentlich alterirt, und daher will ich an diesem lateralen Schnitte die Schilderung derselben beginnen.

Der Schnitt Fig. 5. (wie auch 4.) zeigt in einer Reihe von links nach rechts: 1. den Durchschnitt durch die primitive Embryonalanlage *EE*, seitlich vom Axenstrange, 2. der Keimhöhle *H* und deren Decke *Dk*, 3. den des Keimwulstes *kw*.

Die oberste Schichte besteht in der ganzen Ausdehnung des Schnittes aus dem einzelligen Hornblatte oder der Epidermis; dieselbe erstreckt sich über alle drei Theile des Durchschnittes und überragt denselben, d. h. die Embryonalanlage und den Keimwulst um die Länge von zwei Zellen, ein Verhalten, welches das Hornblatt in Fig. 3., einem früheren Stadium angehörend, noch nicht zeigte. Die Zellen des Hornblattes erscheinen im ganzen überall spindelförmig, es macht sich aber ein Unterschied geltend zwischen den Zellen, die die Embryonalanlage und den Keimwulst überziehen, und zwischen denen, welche die obere Schichte der Keimhöhlendecke bilden. Die ersteren (*ep'*, *ep''*) sind viel niedriger und länger als die letzteren (*ep*) und stellen im Bereiche der Embryonalanlage im Durchschnitte langgezogene, bei der schwachen Vergrösserung, mit der das Präparat gezeichnet wurde, scheinbar kernlose Schüppchen dar (*ep'*); im Bereiche des Keimwulstes sind sie etwas kürzer und dicker und zeigen schon bei dieser Vergrösserung deutliche Kerne (*ep''*), am kürzesten und dicksten erscheinen sie im Bereich der Keimhöhle und waren hier ebenfalls deutlich die Kerne sichtbar (*ep*)[1]. Unter dem Hornblatte liegt das Sinnesblatt, das im Bereiche der primitiven Embryonalanlage, bis auf dessen vorderste Parthie, aus mehreren Schichten besteht, im Bereiche der Keimhöhle aber einschichtig ist. Die Zellen dieses Blattes erscheinen alle mehr in die Länge gezogen, besonders die der untersten Schichte in der primitiven Embryonalanlage, welche als eine gerade Reihe cylindrischer, oder besser kegelförmiger Zellen das Sinnesblatt gegen die unter demselben liegende Masse rundlich-polygonaler Zellen scharf abgrenzt. Diese Zellreihe ist es, welche sich auf die Keimhöhlendecke und den Keimwulst fortsetzt und in ersterer einzig und allein das Sinnesblatt repräsentirt, daher also direct an das Hornblatt grenzt. Während die unterste Zelllage des Sinnesblattes sich auf die Decke der Keimhöhle fortsetzt, die oberen Schichten an der vorderen Grenze der Embryonalanlage abnehmen und endlich aufhören, gehen alle Schichten des Sinnesblattes, die oberen und die untersten, gegen das hintere Ende der primitiven Embryonalanlage unmerklich in eine Masse kleiner rundlich-polygonaler Zellen über, von denen man nicht sagen kann, ob sie dem Sinnesblatte angehören oder der unter demselben liegenden, undifferencirten Zellmasse, in welche sie ebenso continuirlich übergehen, oder beiden. Die letztere Masse rundlich-polygonaler Zellen ist blos im Bereiche der Embryonalanlage deutlich vorhanden und mehrschichtig; nach vorn, gegen das vordere Ende derselben, wird sie dünner, endlich einschichtig und fehlt in der Decke der Keimhöhle. Das einschichtige Sinnesblatt setzt sich von der Keimhöhlendecke entschieden auf den Keimwulst fort, es ist aber hier schwer zu entscheiden, ob die Zellen der zweiten und dritten Schichte, die grösstentheils auch länglich sind, noch dem Sinnesblatte angehören oder nicht. In dem Stadium, das die Fig. I 4. wiedergiebt, erscheinen die Cylinderzellen in den seitlichen Theilen des Randwulstes (links und rechts von der Medianebene) blos in einer Reihe unter dem Hornblatte.

Der Durchschnitt Fig. 4. fällt etwas weniges lateralwärts von der Medianlinie, der er aber nicht genau parallel läuft; er weicht nach vorn von derselben lateralwärts ab. Der Schnitt bietet dieselben topographischen Verhältnisse wie der vorige, nur dass sein äusserster Theil links oder das hintere Ende des Durchschnittes der Embryonalanlage in jene

---

[1] Vogt (l. c.) sagt von den Epidermiszellen des Coregonus Palea, dass sie kernlose Plättchen darstellen.

Stelle der Keimperipherie fällt, die später zur Schwanzknospe wird. Was die Form anlangt, so hat er seine grösste Mächtigkeit und Convexität nach oben im hinteren Theile der Embryonalanlage *E*, die sich nach vorn immer mehr verschmächtigt, wogegen der mehr laterale Durchschnitt durch die Embryonalanlage Fig. 5. *E* seine grösste Mächtigkeit und Convexität in der Mitte hatte. Die Zellen des Hornblattes bieten in der ganzen Ausdehnung des Schnittes dieselben localen Formunterschiede, welche ich für den Durchschnitt Fig. 5. hervorgehoben, ebenso verhält sich das Sinnesblatt im Bereiche der Keimhöhle wie im vorigen Schnitte.

Im Keimwulste und im vorderen verdünnten Theile der Embryonalanlage waren die Zellen des Sinnesblattes nicht länglich, was zum Theil von der nicht ganz correcten Schnittführung herrühren mag. Im mittleren Theile des Embryonalschildes dagegen sind die Zellen des Sinnesblattes parallel zu ihrer Längsaxe getroffen und dieser Theil des Schnittes kann gewiss auch als nahezu der Medianebene parallel laufend betrachtet werden. Hier sieht man denn auch das Sinnesblatt, wie auf den Querschnitten durch einen scharfen, nur hier gerade verlaufenden Contour gegen die untere Masse rundlich-polygonaler Zellen begrenzt, diese aber scheint nach rückwärts und oben direct in die Elemente der zukünftigen Schwanzknospe überzugehen, in welche sich ebenso das Sinnesblatt unmerklich verliert, indem seine länglichen Zellen successive in die rundlich-polygonalen der Schwanzknospe übergehen. Also auch auf Längsschnitten durch die Stelle der späteren Schwanzknospe, nahe der Medianebene, ist eine scharfe Grenze zwischen dem Sinnesblatte und den Zellen des Axenstranges nirgends zu beobachten, während die Zellen des letzteren in die unter dem Sinnesblatte gelegene Zellmasse sich geradezu direct fortsetzen.

Vergleicht man die Ausdehnung der Embryonalanlage in Fig. 4. mit der in Fig. 3., so ist ersichtlich, dass dieselbe enorm zugenommen hat. Allein in dem Stadium der Fig. 4. selbst ist die Embryonalanlage äusserlich am Keime noch durch keinerlei besondere Form oder Hervorragung über das Niveau der Keimhöhlendecke kenntlich; dennoch ist sie sehr ausgedehnt, wie man sieht. In dem hierauffolgenden Stadium, Fig. 7., wächst sie in die Keimhöhle bedeutend hinein und wird dabei auch in ihrem vorderen Abschnitte um ein Bedeutendes dicker, sie ist jetzt auch von obenher am erhärteten Keime nicht mehr zu übersehen. Dieses Stadium ist das früheste, das bisher abgebildet wurde. Ich habe aber oben gezeigt, dass der Embryo schon viel früher in einer Stelle des Keimsaumes repräsentirt ist, welche von jeher sich durch Dicke und Breite vor dem übrigen Theile desselben auszeichnete und von welcher Stelle aus der Embryonalschild sich anlegt. Ich habe auch gezeigt, dass jene primitive Embryonalanlage schon ehe der Embryonalschild vor oder nach innen von derselben sich anlegt, eine Schichtung zeigt, wie wir sie später im Embryonalschilde, oder besser gesagt, in jenem Gebilde auftreten sehen, welches bisher von den Autoren als erste Embryonalanlage bezeichnet wurde. Zur Erklärung, wie der Embryonalschild aus der primitiven Embryonalanlage hervorgehe, bedürfte es also für uns weiter nichts, als der Annahme von Wachsthumsphänomenen, welche darin bestehen, dass die Zellen jener Anlage unter beständiger Stoffaufnahme sich vergrössern und vermehren. Wir könnten uns einfach denken, dass unsere primitive Embryonalanlage im Keimwulste sich vergrössert und unter der Decke der Keimhöhle in die letztere vorgeschoben habe, wobei das mehrschichtige Sinnesblatt der Embryonalanlage, der Axenstrang und die von diesem rechts und links und nach vorn gelegenen Massen rundlich-polygonaler Zellen nur auszuwachsen brauchten. Weniger einfach konnten meine Vorgänger das plötzliche Erscheinen des Embryonalschildes finden, da ihnen die primitive Embryonalanlage im Keimsaume entgangen und ihre histologischen Details unbekannt waren. Schon Vogt (l. c.) war das plötzliche Auftreten einer mächtigen Zellmasse an einer Stelle der Peripherie des verdünnten Keimes beim Coregonus im höchsten Grade auffällig und äussert er sich hierüber, wie folgt:

»Le véritable développement embryonique ne commence qu'à partir de la division du germe en deux portions, l'embryon et la vessie vitellaire. . . . . . Jusqu' à cette époque l'embryon n'est qu'un simple renflement des cellules. On pourrait croire que les cellules elles mêmes sont douées d'un certain mouvement qui les rend aptes à se reunir en un point donné; puisque si elles se formaient spontanement en place on ne comprendrait pas, pourquoi la vessie vitellaire, qui était encore remplie de cellules granulaires quelques heures auparavant, se serait subitement vidée; mais un pareil mouvement des cellules serait difficile à expliquer dans l'état actuel des nos connaissances. Peut-être ces changements ne sont-ils qu' apparens et dépendans de la naissence subite d'un grand nombre de cellules sur un point quelconque, tandis que sur un autre point elles disparaissent, ce qui pourrait allors faire supposer qu'elles émigrent d'un point à l'autre.«

Kupffer (l. c.) schildert bei Gasterosteus die Vorgänge, die sich auf die Anlage des Embryonalschildes beziehen, folgendermassen:

Der Keimwulst hat anfangs eine ringsum gleiche Wulstung. Während im hellen Mittelfelde die Zelltheilung aufgehört hat, findet im Keimsaume noch eine rege Vermehrung statt. Von einer Stelle des

Keimsaumes aus schiebt sich die Embryonalanlage zungenförmig in das helle Mittelfeld vor und diese Stelle des Keimsaumes wulstet sich gleichzeitig bedeutender, während der letztere an allen anderen Stellen sich bedeutend verdünnt, die Hauptmasse der Zellen des Saumes zieht sich nach der Stelle hin, wo die neue Bildung ihren Ausgang nimmt.

Dagegen beginnt bei Gobius minutus die Ausdehnung des Keimes nicht mit einem gewulsteten Rande, sondern in dünner Schicht; erst später erscheint der Rand gewulstet, indem die Zellen von der Mitte des Keimhügels nach dem Rande hindrängen. Wenn die Umwachsung des Dotters durch den Keim nahezu vollendet ist, grenzt sich die Randparthie des Keimes vom Mittelfelde deutlich ab und hierauf beginnt eine Verschiebung der Zellen in dem Keimsaume. Derselbe verdünnt sich in seiner ganzen Ausdehnung, mit Ausnahme einer Stelle, an welcher sich die Zellen besonders anhäufen, und diese Anhäufung beginnt gleich gegen den Keimpol vorzuwachsen. — Kupffer erklärt sich also in beiden Fällen die Anhäufung der Zellen an einer Stelle des Keimsaumes durch Verschiebung derselben gegen einen Punct des Saumes.

Ganz anders erklärt Rieneck (l. c.) diesen Vorgang am Forellenei. Rieneck hält den Keimwulst anfangs für überall gleich dick. Die oberen Zellen des Keimes ordnen sich zu einem zweischichtigen sensoriellen Blatte an, die unteren fallen auf den Boden der Keimhöhle herab. Dort verschwinden sie später, während man dann ähnliche Zellen an der Peripherie des Keimes antrifft. Daraus zieht Rieneck den Schluss, dass diese Zellen dorthin gewandert seien. Während das doppelte obere Blatt sich von der Decke der Keimhöhle auf den Keimwulst fortsetzt, geht die Continuität der Zellen, die auf dem Boden der Keimhöhle liegen, in die unteren Schichten des Keimwulstes über. »Man sieht förmlich den Keim dort, wo er in der Peripherie dem Dotter aufruht, in zwei Strahlen auslaufen, deren oberer die centrale Decke der Dotterhöhle, deren unterer die oben erwähnten grossen Formelemente sind.« An jener Stelle der Keimperipherie, an der sich der Embryo anlegt, macht sich die durch Anlagerung der Zellen hervorgerufene Verdickung bedeutender geltend.

Götte (l. c.) weicht von den bisher genannten Autoren in Bezug auf die Schilderung jener Veränderungen, welche die Bildung der Embryonalanlage betreffen, wesentlich ab. Nach ihm entsteht, wie dies auch Rieneck und Stricker annehmen, die Keimhöhle central und nicht peripher, wie ich oben hervorgehoben. Der Rand des Keimes schlägt sich nach Götte an einer Stelle nach unten um und breitet sich an der unteren Fläche des Keimes aus. Dasselbe geschieht später an der übrigen Peripherie. So besteht der Keim jetzt aus zwei Schichten, welche im verdickten Rande zusammenhängen. Wo jener Umschlag begann, bildet sich die Embryonalanlage, indem die tiefere Schichte sich in zwei Blätter sondert, sodass daselbst im Ganzen drei Blätter übereinander liegen.

Stricker (l. c.) endlich weicht von der Darstellung Bieneck's blos darin ab, dass er die Wanderung der Zellen auf dem Boden der Keimhöhle blos als eine Vermuthung hinstellt und es unentschieden lässt, ob dieselben die untere grosszellige Anlage der Keimperipherie blos verstärken oder ganz bilden.

Ich kann mich auf eine Kritik dieser Ansichten nur in so weit einlassen, als sie das Forellenei betreffen und will ich zunächst auf die Behauptung Götte's eingehen, wonach die Zellmasse, die mittleres und unteres Keimblatt bildet, durch Umschlag des Keimes an seiner Peripherie entstehen soll. Vor allem muss ich hervorheben, dass Götte, wie alle seine Vorgänger, der Meinung war, dass die Keimhöhle unter dem centralen Theile des Keimes entstehe. Götte und seine Vorgänger wussten daher nicht, dass von Anbeginn der Entstehung der Keimhöhle der dem Dotter noch aufliegende periphere Theil des Keimes, der Keimwulst, an einer Stelle dicker sei, als an allen übrigen. Alle diese Forscher wurden auf jene verdickte Stelle des Keimsaumes erst aufmerksam, nachdem sie sich bedeutend vergrössert hatte, also kurz vor der Embryonalschild sich von ihr aus oder vor ihr anzulegen beginnt.

Hierin liegt aber der Hauptgrund, warum Götte überhaupt zu einer so irrigen Ansicht gelangen konnte, dass der Keim sich umstülpe. Ich habe oben gezeigt, dass aus jener verdickten Stelle des Keimwulstes der Embryo gleichsam herauswächst und dass in ihr schon das Material liegt, welches wir später im Embryonalschild den Embryo zusammensetzen sehen, nämlich Hornblatt, Sinnesblatt und Axenstrang mit dem vereinten mittleren und unteren Keimblatte. An eine förmliche Umstülpung ist daher durchaus nicht zu denken; das einzig Denkbare, das gewissermassen einer Umstülpung gleich käme, wäre, dass jene Zellen, welche wir später die Schwanzknospe bilden sehen und von welcher die Bildung des concentrisch geschichteten Axenstranges ausgeht, in einem gewissen Stadium blos hinter dem Sinnesblatte liegen und nicht auch unter dasselbe reichen. Ich kann aber wohl versichern, dass ein solches Stadium, in welchem also das Sinnesblatt im ganzen Umfange des Keimes direct auf dem Dotter aufruhen müsste, nie existirt. Meine Figg. I 1.—3. zeigen, dass im Gegentheil schon beim Auftreten der ersten Spur eines Sinnesblattes, die primitive Embryonalanlage in ihrer ganzen dermaligen Ausdehnung direct, ausser dem Horn- und Sinnesblatte, noch ein drittes aus sich hervorgehen lässt, welches dem vereinten mittleren und unteren Blatte entspricht. Bevor aber das Sinnesblatt von einer unteren Zellmasse getrennt und diese beiden durch verschiedene Zellformen characterisirt sind, wäre eine solche unmerkliche Verdoppelung der Keimmasse vom Rande her nicht zu beobachten und könnte daher auch nicht behauptet werden; eine solche würde einfach als vom Rande her fortschreitende Verdickung der Keimhaut wahrgenommen werden. Eine wirkliche Umschlagung des Keimes würde auch von Anfang an eine viel schärfere Grenze zwischen Sinnesblatt und unterer Zellmasse bedingen, als sie gerade im Anfange dieser Sonderung gefunden wird.

Eine Umschlagung und Verdoppelung des Keimes würde ferner auch eine Verdoppelung seiner Dicke, zunächst vom Rande aus, bedingen, falls diese nicht durch eine entsprechende Verdünnung der beiden durch sie entstandenen Keimlagen ausgeglichen würde. Das Erstere, eine Verdickung des Keimes vom Rande her, ausser in der primitiven Embryonalanlage, findet aber nirgends statt, und was die Verdünnung des Keimwulstes selbst, oder der Decke der Keimhöhle anlangt, so lässt sich nachweisen, dass dieselbe gerade stets auf Kosten der unteren Schichten vor sich geht, indem die unter der Cylinderzellenschichte befindlichen Zellen verschwinden, die unteren Schichten aber sind es eben, welche bei einer Umschlagung des Keimes erst hinzukommen müssten. Wir müssen also die Götte'sche Umschlagungstheorie als in jeder Beziehung den Thatsachen nicht entsprechend und mit denselben völlig unvereinbar bezeichnen, und im Gegentheile, was die Embryonalanlage betrifft, behaupten, dass in ihr schon von allem Anfange an das Material, aus welchem später 4 gesonderte Keimblätter entstehen, gegeben sei.

Hiermit ist aber auch die Möglichkeit ausgeschlossen, dass mittleres und unteres, oder motorisches und Darmdrüsenblatt blos aus Wanderzellen sich aufbauen. Ja in Rücksicht darauf, dass wir jene Zellen, welche, wenn sich der Keim theilweise von seiner Unterlage abhebt, auf dem Boden der dadurch entstehenden Höhle zurückbleiben, oder nachher noch auf denselben von der Decke der Keimhöhle herabfallen mögen, noch in sehr späten Stadien der Embryonalentwicklung in den oberflächlichen Schichten des Dotters in ganz beträchtlicher Anzahl finden, müssen wir es sogar in Frage ziehen, ob von jenen Zellen überhaupt welche an die Peripherie wandern. Sollte dies wirklich der Fall sein, so würden diese Zellen die dort bereits von Anfang in der ganzen Ausdehnung des Keimwulstes unter dem Sinnesblatte vorhandenen Schichten höchstens verstärken, aber nicht von Grund aus bilden.

Die Gründe, welche **Rieneck** dafür anführt, dass jene Zellen an die Peripherie wandern, sind folgende: Die Zellen verschwinden aus der Keimhöhle, ähnliche finden sich als dritte Schichte im Keimwulst, und diese und die Zellen auf dem Boden der Keimhöhle bilden eine Continuität. Was das erstere anlangt, so haben wir gesehen, wohin diese Zellen verschwinden. Ob sich alle in den Dotter versenken kann ich ebensowenig behaupten, als dass einige eine andere Verwendung erfahren. Es lässt sich eben auf keine Weise schätzen, wie viele Zellen vom Keime auf dem Boden der Höhle zurückbleiben oder auf denselben herabfallen. Es kommt nun noch jene Stütze der **Rieneck**'schen Behauptung in Betracht, dass die Zellen auf dem Boden der Keimhöhle mit jenen der unteren Schichten des Keimwulstes eine Continuität bilden. Ich habe in dieser Hinsicht Bilder an meinen Durchschnitten gesehen, welche mit dem von **Rieneck** in seiner Abhandlung gegebenen vollkommen übereinstimmen; ich kann daher nur bestätigen, dass die untersten Zellen im Keimwulste und der Embryonalanlage um etwas weniges grösser sind als die oberen, und dass die ersteren mit denen auf dem Boden der Keimhöhle eine Flucht bilden — sie liegen eben alle auf dem Boden der Keimhöhle; weiter scheint mir dieses Factum aber unter den gegebenen Umständen nichts zu beweisen. Man sieht ebenso in Fig. 4. und 5. und in Fig. I 4. jene rundlich-polygonalen Zellen, welche an der Peripherie der Keimhöhlendecke eine dritte Schichte darstellen, sich direct an ähnliche Zellen in den untersten Schichten des Keimwulstes und der Embryonalanlage anschliessen und könnte behaupten, diese Zellen kröchen an der unteren Fläche der Keimhöhlendecke weiter, um die untersten Schichten des Keimwulstes zu verstärken. Es hätte eine solche Annahme insofern eine gewisse Berechtigung, als wir im Bereiche der Embryonalanlage eine Zellmasse sich in die Keimhöhle successive vorschieben sehen, und für die übrigen Theile des Keimwulstes, insofern als wir hier eine compacte Zellmasse durch die successive Ausdehnung der Keimhöhle und des Keimes auf dem Dotter immer schmächtiger und immer mehr hinausgedrängt werden sehen, ein Vorgang, der, wenn nicht neue Zellen im Keimwulste entstehen oder an denselben angelagert werden, wohl bald zur Erschöpfung dieses Gebildes führen würde. Allein auch diese Annahme ist mit Rücksicht auf die Thatsache, dass eine grosse Masse von Zellen im Dotter eingeschlossen wird, nicht mit Sicherheit zu beweisen. Wenn ich aber auch den Beweis, dass Wanderzellen am Aufbaue der ersten Embryonalanlage und im weiteren Sinne des Keimwulstes sich betheiligen, durch die eben angeführte Beobachtung von Zellen, die bis in sehr späte Stadien der Embryonalentwicklung im Dotter gefunden werden, erschüttert halte, so kann ich doch anderseits die Möglichkeit eines solchen Vorganges nicht bestreiten. Es wird von dem Verhältnisse der Anzahl jener Zellen, die auf dem Boden der Keimhöhle zurückgeblieben oder auf denselben herabgefallen sind, zu jener der im Dotter vergrabenen Zellen abhängen, ob überhaupt und in welchem Grade eine Wanderung solcher Zellen an die Peripherie statt hat. —

Die Theorie einer Betheiligung von Wanderzellen am Aufbaue der ersten Anlage des Wirbelthierleibes, ist zuerst von Stricker [1]) in die Wissenschaft eingeführt worden. Derselbe behauptete, dass die Veränderungen, welche im Batrachiereie nach der Bildung der Furchungshöhle auftreten und einerseits die Verdrängung dieser Höhle durch die Darmhöhle, andererseits die Anlage des mittleren und unteren Keimblattes an der unteren Fläche des Daches der Furchungshöhle bewirken, auf Zellwanderung beruhe. Diese Ansicht wurde durch Golubew [2]) bestritten, der die eben berührten Veränderungen durch Wachsthums- und Druckerscheinungen zu erklären suchte. Ich kann mich hier auf diese Controverse nicht einlassen. Hierauf zeigten Peremeschko [3]) und ich [4]), dass im Hühnerei das mittlere Keimblatt durch Furchungszellen gebildet werde, die vom Boden der Keimhöhle aus, zwischen oberes und unteres Keimblatt, einwandern. Die Verhältnisse im Hühnerei liegen aber wesentlich anders, als im Batrachier- und Forelleneie. Ich will hier nur das letztere weiter in den Vergleich ziehen. Vor allem muss ich bemerken, dass die Wanderzellen im Hühnereie von den Zellen des oberen, so wie des unteren Keimblattes wesentlich verschieden sind. Sie sind auffallend grösser als die Zellen des oberen und unteren Blattes, selbst im Beginne der Spaltung des Keimes in diese zwei Blätter, sind; sie sind ferner von weissen Dotterelementen so erfüllt, wie zur Zeit, da nur ein oberes und unteres Blatt existiren, die Zellen keines derselben es nur annäherungsweise sind. Ein so auffallender Unterschied zwischen den präsumtiven Wanderzellen auf dem Boden der Keimhöhle des Forelleneies und denen der compacten Keimmasse existirt nie, weder was die Grösse noch was die Beladenheit mit Dottermasse anlangt. Jene Zellen im Hühnereie wandern ferner nicht blos an die Peripherie der Keimhöhle, wie es die des Forelleneies thun sollten, sondern schieben sich zwischen oberes und unteres Blatt ein — also beiläufig so, als ob sie im Forellenkeim zwischen Horn- und Sinnesblatt einwandern müssten — die zur Einwanderung bestimmten und die bereits eingewanderten Zellen liegen also keineswegs in einer Flucht, wie die von jeher vorhandenen grösseren Zellen der unteren Schichte des Keimwulstes und die ihnen sehr ähnlichen, auf dem Boden der Keimhöhle des Forelleneies. Hier drängt, wie oben bemerkt, nichts mit Nothwendigkeit zur Annahme einer Wanderung, dort sind die Verhältnisse so eigenthümliche, dass, trotz dem mit der Anlage des mittleren Keimblattes, wie es während des ersten Brüttages sich bildet, die Zellen auf dem Boden der Keimhöhle noch lange nicht erschöpft sind, keine andere Annahme denkbar ist, als die, dass jene grossen Zellen, welche man vor der Bebrütung blos auf dem Boden der Keimhöhle liegend, beim Beginne der Bebrütung aber auch einzeln zwischen den kleinzelligen, dotterarmen, primären Blättern der Keimhaut eingekeilt findet, dorthin activ eingewandert seien. So sehr ich diese Ansicht für das Hühnerei festzuhalten gezwungen bin, so wenig halte ich die ähnliche, von Rieneck für das Forellenei aufgestellte, für bewiesen. —

---

[1]) Zeitschrift für wissenschaftl. Zool. Bd. II.

[2]) Rollet, Untersuchungen a. d. Institute f. Physiol. u. Histol. in Graz. 1870.

[3]) Sitzungsberichte der Wiener Academie. 1868. B. 57.

[4]) Stricker's Laboratoriumsheft 1870. (Studien aus dem Institute für experimentelle Pathologie.)

Es bleibt mir noch eine Möglichkeit zu besprechen übrig, nämlich die, dass die Zellen des Saumes sich alle oder doch zum Theile gegen die Embryonalanlage hinziehen, wodurch diese mächtiger, jener aber immer schmäler würde, bis er endlich verschwindet. Es ist dies die Ansicht, welche Kupffer (l. c.) für die Entwickelung von Gasterosteus und Gobius aufgestellt hat. Diese Ansicht mag für jene Eier eine gewisse Berechtigung haben, bei welchen die erste Embryonalanlage relativ sehr spät auftritt, d. h. erst dann auftritt, wenn die Umwachsung des Dotters durch den Keim nahezu vollendet, und wenn zu dieser Zeit noch ein bedeutender Wulst, eine grössere Zellmasse, um das Dotterloch herum angehäuft ist, als voraussichtlich zum Verschlusse desselben noch nöthig sein wird. In einem Falle, wie ihn das Forellenei bietet, wo der Embryo schon sehr ausgebildet, wenn noch kaum ein Drittel der Dotterkugel umwachsen ist, dürfte es schwer zu entscheiden sein, ob die Zellen von den Stellen, an welchen der Keimsaum dünner und schmäler geworden ist, an jene Stellen, an denen er noch gleich dick oder dicker ist als vorher, sich hingeschoben haben, oder ob die Verdünnung des Saumes blos durch die fortschreitende Ausbreitung und Ausdehnung desselben und der Keimhaut hervorgebracht sei. Allerdings scheinen die Ausbreitung des Keimes und die Abnahme der Dicke des Saumes im Forellenele nicht gleichen Schritt zu halten, allein auf oberflächliche Schätzungen hin, wie sie hier einzig und allein möglich sind, lässt sich meines Erachtens, die von Kupffer für die Eier von Gasterosteus und Gobius aufgestellte Ansicht, nicht mit Sicherheit auf das Forellenei übertragen.

Zum Schlusse will ich noch auf eines aufmerksam machen, was mir für ein Herauswachsen des Embryonalschildes aus meiner primitiven Embryonalanlage zu sprechen scheint, und das ist, dass die Durchschnitte durch ersteren (Fig. III 1.) viel schmäler sind, als die von jener Fig. II 2. u. 3. u. I 2—4.

IV.

Bildung des Medullarstranges, der Chorda, der Peritonealplatten, Urwirbelplatten und Urwirbel; erste Anlage des Auges, des Ohres und der Kiemenhöhle.

Wir haben im vorigen Capitel den Embryo verfolgt, bis er eine querovale, hinten etwas stumpfspitzige Platte bildete. Die Platte endete nach rückwärts in eine kleine knopfförmige Anschwellung, die Schwanzknospe *S*, von der aus eine seichte Furche über die Oberfläche jener Platte zog und etwas über der Mitte derselben sich verflachend auslief. Ich habe dieses Stadium das des breiten oder querovalen Embryonalschildes genannt. Die nächsten Veränderungen (21. Tag)[1], welche die äussere Form des Embryo betreffen, verwandeln den flachconvexen, querovalen Schild in einen etwas stärker convexen und mehr über das Niveau der Keimhaut hervorragenden, birnförmigen. Der Schild wird etwas dicker und länger, aber schmäler (Fig. 9. *E*). Das breite Ende desselben sieht gegen die Keimhöhle, das spitzige geht in die Schwanzknospe (Fig. 9. *S*) über und steckt mit derselben im Keimwulste (Fig. 9. *kw*). Ich nenne dieses Stadium das des birnförmigen Embryonalschildes. Wir finden, dass sich der Embryonalschild in diesem Stadium nach allen Seiten viel schärfer gegen die Keimhaut abgrenzt als zuvor, er hat aber auch noch andere wesentliche Veränderungen erfahren, und diese beziehen sich zunächst auf die Rückenfurche. Dieselbe ist in ihrem hinteren Ende, von der Schwanzknospe aus, verstrichen, das hintere Drittel des Embryonalschildes zeigt keine Furche mehr. Eine solche beginnt in diesem Stadium erst im mittleren Drittel, und zwar unmerklich sich nach vorn zu verbreiternd und vertiefend. An der Grenze des vorderen Drittels des Schildes ist die Furche am weitesten und am tiefsten und endet hier wie in eine Art von Bucht. Vergleicht man die Furche in diesem Stadium mit der des vorhergehenden, so findet man sie dort nach hinten zu abgegrenzt, nach vorn sich verflachend und auslaufend, hier ist sie vorn schärfer abgesetzt als hinten, vom vorderen Rande des Embryonalschildes ist sie in beiden Fällen annäherungsweise gleichweit entfernt. Das Verschwinden der Rückenfurche in einem so frühen Stadium der Embryonalentwicklung, bevor dieselbe noch eine so ansehnliche Vertiefung gezeigt, dass man annehmen könnte, sie hätte sich in ein Rohr umgewandelt, ferner dass die Rückenfurche zuerst im hinteren Drittel des Embryonalschildes verstreicht, das alles ist geeignet darauf aufmerksam zu machen, dass die Furche im Embryonalschilde des Forelleneies kein Analogon der Rückenfurche des Hühnchens ist. Wir werden aus den Durchschnitten dieses und der nächsten Stadien ersehen, dass eine solche Vermuthung sich als vollkommen richtig herausstellt.

---

[1] Die Angabe der Tage bezieht sich stets auf jene Serie von Eiern, aus denen die Embryonen circa nach 100 Tagen erst ausschlüpften.

Was die Durchschnittsbilder in diesem Stadium anlangt, so zeigten die äussersten Schnitte durch die Schwanzknospe Verhältnisse, wie die in Fig. IV 1., hierauf folgten Durchschnitte ähnlich der Fig. IV 2., endlich solche, etwas vor der Schwanzknospe, an denen die concentrisch-geschichtete mittlere Zellmasse etwas mehr herabgedrückt erschien, indem das in etwas grösserer Mächtigkeit auftretende Sinnesblatt mit einer 2—3fachen Schichte von Spindelzellen über den Axenstrang wegzog (Vergleiche Fig. VI 1. *s'*). Auf den nun folgenden Schnitten durch die Region der Rückenfurche erschienen Bilder, ähnlich denen aus derselben Region im vorigen Stadium, Fig. V 3. Das Sinnesblatt wurde in der Mitte immer mächtiger, mächtiger als es an irgend einer Stelle des vorigen Stadiums war und drängte den Axenstrang immer weiter herab, so dass derselbe einen viel stärkeren Vorsprung nach unten erzeugte als im vorigen Stadium. Sehr bald aber verlor sich der Axenstrang und zwar noch im Bereiche der Rückenfurche, so dass also auch hier, wo die linke und rechte Cylinderzellenreihe sich in der Mitte die Hände reichten und verschmolzen, das Sinnesblatt auf eine geraume Strecke wie ein stumpfer Keil in die Masse der darunter liegenden, rundlich-polygonalen Zellen eindrang, und dieselben nach unten zu einem Vorsprung herabdrängte, der die Verlängerung des weiter hinten durch den Axenstrang hervorgerufenen Kieles darstellt (Fig. V 4.). Daneben erschien der untere Contour der

Schnitte links und rechts vom Kiel im Allgemeinen tiefer ausgebaucht, der obere an der entsprechenden Stelle meist gewölbter, die Rückenfurche an den vorderen Schnitten durch dieselbe tiefer (Fig. V 1. *Rf*). An der Masse von Zellen unter dem Sinnesblatte sah man hier bereits an manchen Schnitten schon ziemlich deutlich eine Sonderung in zwei Blätter auftreten, ein oberes mehrschichtiges, das mittlere oder motorische Blatt (Fig. V 1. *m*) und das untere oder Darmdrüsenblatt. Letzteres war meist ein-, theilweise zweischichtig, und unterliegt es somit wohl kaum einem Zweifel, dass wir vom Beginne des Auftretens der Embryonalanlage in den untersten ein bis zwei Zellreihen die später dem Darmdrüsenblatte angehörenden Elemente erblicken dürfen; allein erst im nächsten Stadium ordnen sich diese Zellen so in ein oder auch zwei Schichten an, dass sie mit ihren oberen Rändern auf den Durchschnitten gegen das mittlere Blatt eine scharfe, continuirliche Grenzlinie bilden, welche ausser den grossen Biegungen, die sie macht, indem sie dem unteren Contour des Schnittes parallel läuft, keine weiteren erheblichen Unregelmässigkeiten oder kleine Krümmungen darbietet.

Auch an den vordersten Schnitten, vor dem Bereiche der Rückenfurche hat sich eine Veränderung bemerkbar gemacht; die Schnitte sind bei gleicher Mächtigkeit des Sinnesblattes, wie auf irgend einem aus derselben Gegend des vorigen Stadiums, dicker (Fig. V 2.); es kommt das auf Rechnung einer Verdickung des mittleren Keimblattes, respective der Zellmasse unter dem Sinnesblatte.

Wir haben also in diesem Stadium, dem des birnförmigen Embryonalschildes, folgende Veränderungen zu verzeichnen:

Der Kiel springt mehr vor und wird nach vorn über das Bereich des Axenstranges hinaus verlängert; damit Hand in Hand geht eine Vertiefung und Verlängerung der Rückenfurche nach vorn. Im hinteren Bereiche des Axenstranges ist die Rückenfurche verstrichen, und dafür haben wir eine Verdickung des Sinnesblattes über dem Axenstrange, indem eine mehrfache Lage von platten Zellen um die obere Hälfte desselben auftritt; auch im Bereiche des vorderen Theils der Rückenfurche sehen wir das Sinnesblatt in der Mitte verdickt.

Das nächste Stadium (22. Tag) zeigte folgende Veränderungen: Der Embryonalschild war länger und schmäler geworden und hatte die Gestalt eines Rhomboids mit abgestumpften Winkeln angenommen. Dieses Stadium könnte also das des rhomboidalen Embryonalschildes genannt werden. Mit seinem spitzesten Winkel geht der rhomboidale Schild in die Schwanzknospe über. Die Rückenfurche hatte sich um das Doppelte verlängert und nahm ungefähr die mittleren zwei Viertel der Länge des Embryonalschildes ein; sie reichte also wie im vorigen Stadium nicht bis zur Schwanzknospe und nicht bis an das vordere oder Kopfende des Schildes. Nach rückwärts läuft die Furche sich verflachend aus, ebenso nach vorn. An einer Stelle, mitten in ihrem vorderen Abschnitte, ist die Furche am tiefsten und zugleich etwas, wie zu einer seichten Grube, vertieft. Zwei ähnliche kleine, seichte Grübchen fanden sich rechts und links von der Rückenfurche im Embryonalschilde etwas hinter der grubenartigen Vertiefung in der Rückenfurche, in der Mitte zwischen Kopf- und Schwanzende. Diese zwei Grübchen schienen durch zwei ganz seichte Rinnen mit der Rückenfurche in Verbindung zu stehen. Dies letztere Verhältniss trat noch deutlicher hervor an etwas weiter entwickelten Embryonen vom selben Tage und derselben Serie von Eiern. Der Embryonalschild (Fig. 10.) hat in diesem Stadium an Länge und Schmalheit noch um etwas zugenommen, die stumpfen Winkel des Rhomboids sind in flache Bögen verwandelt, und der ganze Embryonalschild hat die Gestalt eines stumpflanzettlichen Blattes; wir wollen dieses Stadium deshalb, und da es sich durch einige andere Details schärfer characterisirt, das des lanzettförmigen Embryonalschildes nennen. Dieses Stadium zeigte, gegenüber dem vorigen mit rhomboidalem Schilde, dass die Rückenfurche sich blos hinter jenen beiden seitlichen Grübchen (Fig. 10. *sV*) verlängert hat, und da der Abstand ihres hinteren Endes vom Schwanzende des Embryo dabei ebenfalls eher grösser als kleiner geworden ist, so lässt sich daraus auf ein interstitielles Längenwachsthum überhaupt und besonders für diesen Theil des Embryo zwischen der Region der beiden seitlichen Grübchen und der Schwanzknospe schliessen.

Eine weitere Veränderung in diesem Stadium betrifft den vordersten Theil der Rückenfurche. Am vordersten Ende beginnt sich dieselbe etwas zu erweitern (Fig. 10. *V''*), in ähnlicher Weise wie an ihrem vorderen Ende in Fig. 9. bei *V*; dasselbe scheint zwischen den beiden seitlichen Grübchen der Fall zu sein. Auch hier vertieft sich die Rückenfurche zu einer seichten, fast rhombischen Grube *V''*, deren seitliche Winkel sich beide in die Grübchen neben der Furche (*sV*) öffnen. So bestehen denn in der Rückenfurche des lanzettförmigen Embryonalschildes hintereinander drei Erweiterungen, von denen die vorderste an das vordere Ende der Furche, die hinterste in die Mitte derselben und die dritte ungefähr mitten zwischen diese beiden hineinfällt.

Vergleicht man die Figg. 9. u. 10., so ergiebt sich, dass der Embryonalschild in successiver Verlängerung und Verschmälerung begriffen ist; die erstere scheint von Anfang an mehr den hinteren Theil desselben zu betreffen, ja für den Uebergang vom Stadium des rhomboidalen auf den des lanzettlichen Embryo lässt sich dies sogar mit Bestimmtheit nachweisen. Es ist daher das Wahrscheinlichste, dass von den drei Erweiterungen der Rückenfurche die in Fig. 10. mit V bezeichnete, die erst entstandene sei und der Erweiterung am vorderen Ende der Rückenfurche in Fig. 9. entspreche, dass daher die beiden anderen Erweiterungen erst später auftraten und zwar wahrscheinlich die hintere V' früher, als die vordere V''. Ich kann jetzt schon hervorheben, dass die hinterste der drei Erweiterungen der Rückenfurche annäherungsweise der Grenze entspricht zwischen Kopf- und Rumpftheil des Embryo und dass die drei Erweiterungen der Furche ebensovielen Abtheilungen des Centralnervensystems entsprechen, dessen Anlage wir in der Axe des Embryonalschildes finden werden. Ich will zur Bekräftigung dieses Ausspruches gleich jetzt schon auf das nächste Stadium vom 23. Tage verweisen, an welchem die 3 Abtheilungen des Gehirnes sich auch äusserlich markiren und deren jede noch einen Rest der Rückenfurche, eine der drei Erweiterungen derselben nämlich, in ihrer Mitte aufweist (Fig. 11. V_1, V_2, V_3). Die Grenze zwischen Kopf- und Rumpftheil des Embryo liegt also etwas hinter den beiden seitlichen Grübchen im Embryonalschilde und der hintersten Erweiterung der Rückenfurche. Die beiden seitlichen Grübchen sV sind Gebilde von sehr vergänglicher Natur, sie schwanden noch am selben Tage. Ihre Bedeutung werde ich später abzuleiten suchen.

In beiden eben besprochenen Stadien ist der Randwulst links und rechts von der Schwanzknospe und einem kleinen Theile des Rumpfes, der unmittelbar an diese stösst, verbreitert, er bildet jederseits am hinteren Theile des Embryonalschildes eine an diesen stossende, dreieckige Platte. Ich will diesen Theil des Randwulstes, der sich saumartig längs des Embryo fortzieht, mit einem Kupffer (l. c.) entlehnten Namen als Embryonalsaum bezeichnen. Ueber die nähere Bedeutung dieses Gebildes werde ich später sprechen.

Die Durchschnitte aus diesem Stadium durch die Schwanzknospe zeigten wieder dieselben Verhältnisse, wie in Fig. IV 1., auch was die Form der Schnitte anlangte. Im Bereiche des hintersten ungefurchten Rumpftheiles trat hierauf zuerst links und rechts vom Axenstrange in kurzer Ausdehnung ein einschichtiges, aus Cylinderzellen bestehendes Sinnesblatt auf, weiter nach vorn erschien eine zweite Zellreihe über den Cylinderzellen, das Sinnesblatt schob sich von beiden Seiten über dem Axenstrange zusammen und bedeckte ihn mit einer 2—3schichtigen Lage platter Zellen (Fig. VI 1. s'). Das Sinnesblatt wurde nur sehr allmälich breiter und in der Mitte mächtiger, so dass der Axenstrang immer mehr herabgedrängt wurde, und die medialen Enden der Cylinderzellenreihen sich immer näher rückten. Je näher gegen das Bereich der Rückenfurche, desto deutlicher sonderte sich ein einzelliges, gegen die Mitte zwei- und unter dem Axenstrange dreizelliges[1], unteres oder Darmdrüsenblatt ab (Fig. VI 2. *d*). Gleichzeitig grenzte sich der concentrisch-geschichtete Axenstrang (Fig. VI 2. *Ax*) immer deutlicher vom Sinnes- und Darmdrüsenblatt, und auch von den seitlichen Theilen des mittleren Keimblattes ab, die wir von jetzt an als Seitenplatten des mittleren Keimblattes bezeichnen wollen (Fig. VI 2. *mm*). Von allen vier Blättern gingen das Horn- und Sinnesblatt, letzteres mit einer Reihe mehr platter Zellen, die sich an die Cylinderzellen anschloss, auf die Decke der Keimhöhle über, weniger weit nach aussen reichte das mittlere, noch weniger weit das untere Blatt. Das Sinnesblatt war nach aussen auf eine ziemliche Strecke einzellig und bestand mehr medialwärts aus längeren (Cylinderzellenschichte), mehr lateralwärts aus immer kürzer werdenden Zellen. Je weiter nach vorn im Bereiche der Rückenfurche, desto mächtiger wurde das Sinnesblatt, desto dünner die Seitenplatten, desto undeutlicher die concentrische Schichtung des axialen Theiles, aber desto vorspringender der Kiel (Fig. VI 3. u. 4.). In Fig. VI 3. ist der concentrisch-geschichtete Axenstrang völlig verschwunden, statt dessen berühren sich die Seitenplatten wie in der Fig. V 1. in der Medianebene und wurden sie durch das in der Mitte verdickte Sinnesblatt sammt dem Darmdrüsenblatte kielartig nach unten vorgedrückt. Es ist jedoch an diesen Schnitten (Fig. VI 4.) im Bereiche des Kieles schwer zu entscheiden, wie weit die Zellen der Seitenplatten des mittleren Keimblattes der axialen Zellmasse angehören. Es zeigten Längsschnitte ebenfalls, dass beim Uebergange vom Rumpf- in den Kopftheil des Embryo, zwischen den entschieden dem mittleren Keimblatte angehörenden, medialen Zellen und den unmittelbar nach vorn an sie stossenden medialen Zellmassen des Kopftheiles, welche ebenso entschieden zum grössten Theile dem Sinnesblatte angehören, absolut keine Grenze zu ziehen sei (vergl. Fig. 6.). Es ist daher begreiflich, warum es bei gewissen Schnitten unmöglich ist zu sagen, wie weit die axiale Zellmasse dem mittleren oder dem Sinnesblatte angehöre. Wir sehen also in dieser Region des Embryonalschildes, an Stelle des concentrisch-geschichteten Axenstranges successive ein Gebilde treten, welches mit ihm das gemein hat, dass es den Kiel des Embryo bildet und dass in ihm oberes und mittleres Keimblatt, wie im Axenstrange des Hühnerembryo, nicht genau zu scheiden sind. Ich nenne diesen vorderen Theil der medialen Zellmasse den Kopftheil des Axenstranges (*K Ax* in Fig. VI 3—7.), im Gegensatze zum Rumpf- und Schwanztheil desselben. Dieser Kopftheil des Axenstranges ist es nun, welcher auf den Schnitten durch das vorletzte Viertel des rhomboidalen oder lanzettförmigen Embryonalschildes, eine ganz bedeutende Entwickelung erlangt, indem er sich, offenbar vom medialen verdickten Theile des Sinnesblattes herabgedrückt, immer stärker als Kiel nach unten vordrängt (Fig. VI 3—6. *K Ax*).

---

[1] Ob die unmittelbar unter dem Axenstrange gelegenen Zellen, welche ich hier als dritte Schichte des Darmdrüsenblattes deute, diesem wirklich angehören, ist mir später wieder zweifelhaft geworden. Ich komme auf dieselben im V. Cap. pg. 77 dieses Aufsatzes zurück.

Fig. VI 4. gehört der Region der zwei seitlichen Grübchen des Embryonalschildes an. Der Mangel einer Rückenfurche auf diesem Schnitte ist nur scheinbar, es geht der Schnitt eben durch jenen Theil der Furche, wo sie bedeutend erweitert ist und durch zwei Seitenschenkel in die seitlichen Grübchen übergeht. Diesen beiden Grübchen entspricht nun, wie der Schnitt zeigt, eine Verdickung (*sV*) des Sinnesblattes links und rechts vom Axenstrange; es scheint als ob dasselbe sich an diesen Stellen tiefer in das mittlere Keimblatt einsenken wolle, das denn auch hier am dünnsten ist und mehr lateralwärts und medianwärts von dieser Stelle wieder dicker wird. Dasselbe Bild boten auch Sagittalschnitte (Fig. 6. geht durch eine der seitlichen Grübchen, aber nicht durch deren Mitte, weshalb von einer Verdickung des Sinnesblattes hier nichts zu sehen ist).

Die übrigen Verhältnisse auf diesem Schnitte (Fig. VI 4.) sind klar, der Kopftheil des Axenstranges ist gegen die Seitenplatten des mittleren Keimblattes ziemlich deutlich abgesetzt, und dieses letztere scheint in den Kiel hinein sich nicht mehr fortzusetzen, so dass also hier der Kopftheil des Axenstranges, sowie der Rumpftheil desselben in Fig. VI 2. *RAx*, direct auf dem Darmdrüsenblatte aufruht, das hier in seiner ganzen Ausdehnung aus blos einer Lage von Zellen besteht, die sich durch Grösse vor denen der Seitenplatten auszeichnen; von den Zellen des Axenstranges heben sie sich blos durch einen glatteren Contour ab.

Fig. VI 5. stellt einen Schnitt durch die grösste Breite des Embryonalschildes dar, derselbe zeigt, dass hier die Rückenfurche sehr tief ist und die sie begrenzenden Erhabenheiten sehr vorspringen. Das Sinnesblatt hat unter denselben eine bedeutendere Mächtigkeit als vorhin, desgleichen in seinem medialen Theile, in welchem es sich direct in den Kopftheil des Axenstranges fortsetzt. Hier wird es unzweifelhaft, dass dieser Theil des Axenstranges nur dem Sinnesblatte angehört, dass er demnach nichts anderes ist als eine Verdickung, ein keilförmiger Fortsatz des letzteren. Es dürfte hier der Ort sein, jetzt schon darauf aufmerksam zu machen, dass wir in demselben die solide Anlage des Gehirnes vor uns haben. Der Axenstrang setzt sich hier seitlich vom mittleren Keimblatte und nach unten vom Darmdrüsenblatte deutlich durch einen glatten Contour ab. Ersteres ist in seinen Seitenplatten blos mehr zweischichtig, in den sich neben dem Axenstrange eine Strecke (links weniger weit als rechts) nach abwärts ziehenden Theilen, die wir jetzt schon als die erste Anlage der Kopfplatten auffassen dürfen, wird es einschichtig. Das Darmdrüsenblatt verhält sich wie im vorigen Schnitte, nur links scheint es unvollkommen zweischichtig zu sein.

Fig. VI 6. entspricht einem Schnitte durch die mittlere oder zweite Erweiterung der Rückenfurche. Die Furche ist hier breiter, aber seichter als im vorigen Schnitte; die seitlichen Erhabenheiten neben ihr springen nicht so stark vor als im vorigen Schnitte. Dagegen zeigt das Sinnesblatt in seinem ganzen medialen Theile eine Mächtigkeit wie an keinem der vorhergehenden Schnitte und zwar sowohl in jenem Theile, der sich direct in den Kiel des Axenstranges fortsetzt, als auch besonders etwas lateralwärts von demselben. Hier hatte das Sinnesblatt vorhin mit Ausnahme der Schnitte Fig. VI 1. und 4. überall eine concave untere Begrenzung, in Fig. VI 6. wird sie wieder convex (besonders rechts, der Schnitt traf links nicht auf den dicksten Theil des Blattes) wie in Fig. VI 4. Der Axenstrang zeigt von der Rückenfurche aus gemessen die gleiche Länge wie in Fig. VI 5., vom medialen Ende der Reihe deutlicher Cylinderzellen an nach abwärts ist er kürzer als in der vorigen Figur, sowie auch der Kiel weniger scharf vorspringt. Das mittlere Keimblatt, fast überall blos zweischichtig, verliert sich rechts, bevor es das untere Ende des Axenstranges erreicht hat, als einschichtiger Ausläufer, links scheint es in derselben Tiefe aufzuhören wie der Axenstrang. Dieser ruht also zu unterst blos in einer Ausdehnung von 4 Zellen dem Darmdrüsenblatte auf. Das letztere besteht überall blos aus einer Reihe, besonders seitlich grosser Zellen.

Der Embryo verflacht sich nun fortwährend und verschmächtigt sich gleichzeitig, besonders auf Kosten seines Sinnesblattes, respective des Axenstranges. Fig. VI 7. stellt einen Schnitt aus dem Bereiche des Embryonalschildes vor der Rückenfurche dar. Derselbe zeigt also keine Furche mehr, aber der obere Contour springt in der Mitte weit nach oben vor. Das Sinnesblatt geht noch in einen, aber sehr verschmälerten Axenstrang über, das mittlere Keimblatt zeigt mehrschichtige Seitenplatten, die sich mit einer Zellreihe unter den Axenstrang einschieben und denselben vom einzelligen Darmdrüsenblatte trennen;

dieses besteht hier besonders in der Mitte aus grossen mehr cylindrischen Zellen. Einer der letzten Schnitte durch den vorderen Theil des Embryonalschildes Fig. VI 8. zeigte einen flacheren oberen und unteren Contour, letzterer war sogar in der Mitte eingesunken, denn ein Axenstrang und mithin ein Kiel an der unteren Fläche des Schildes existirt hier nicht mehr. Unter dem einfachen Hornblatte zeigte der Schnitt ein zweischichtiges, continuirliches Sinnesblatt, dessen untere Schichte aus den bekannten Cylinderzellen bestand, die dieses Blatt auf allen Schnitten nach unten begrenzen. Hierauf kommt ein mehrschichtiges, mittleres Keimblatt und ein einschichtiges, in der Mitte aus grossen, mehr cylindrischen Zellen bestehendes Darmdrüsenblatt.

Ich muss mich nochmals den vorher beschriebenen Schnitten zuwenden und zwar dem Sinnesblatte. Wir sahen dasselbe in Fig. V 4. an einer Stelle im birnförmigen Embryonalschilde, an welcher der concentrisch-geschichtete Axenstrang bereits aufgehört hat, als ein geschlossenes Ganzes quer durch die Schnittebene ziehen und seine untere Grenze, die Cylinderzellenschichte, einen continuirlichen nach unten convexen Bogen bilden, der in der Mitte des Schnittes die unter ihm liegende Zellmasse nach unten vordrängt. In Fig. VI 3.—7. sehen wir an den Schnitten unten eine ähnliche Vorragung, hervorgerufen durch ein Gebilde, welches ich als Kopftheil des Axenstranges und Anlage des Gehirnes bezeichnet habe. In dieser ganzen Gegend (Fig. VI 3.—7.) finden wir die Cylinderzellenreihe unterbrochen, nach unten offen, und zwischen die beiden medialen Enden derselben drängt sich eine Zellmasse, die continuirlich und ohne Grenze in den medialen Theil der oberen Schichten des Sinnesblattes sich fortsetzt. Vergleicht man die Schnitte Fig. V 4. und VI 5., die beide durch die grösste Breite des birnförmigen und des rhomboidalen Embryonalschildes gehen, so ist ersichtlich, dass jener mediale Theil der oberen Schichten des Sinnesblattes sich beträchtlich verdickt hat, er ist in entschiedener Wucherung begriffen. Es scheint daher, dass diese wuchernde Zellmasse hier von hinten nach vorn und unten gewachsen ist (vergleiche die Schnitte Fig. VI 3.—5.), die Cylinderzellenreihe auf eine Strecke weit (Fig. VI 3.—7.) auseinandergedrängt und sich in das mittlere Keimblatt eingeschoben habe. Hierbei wurde das mittlere Keimblatt völlig durchbrochen, so dass in Fig. VI 4., noch deutlicher in Fig. VI 5., diese als Kopftheil des Axenstranges bezeichnete Wucherung des Sinnesblattes auf eine gewisse Strecke direct dem Darmdrüsenblatte aufruht. Weiter nach vorn nimmt jene Wucherung an Höhe und Breite ab und tritt ebenso successive, wie sie in das mittlere Blatt eingedrungen war, wieder aus demselben heraus (Fig. VI 7.). Die beiden Seitenplatten

Unsere Figur 11. zeigt den Embryo mit dem hinteren Theile der Keimhaut oder Keimhöhlendecke *Dk* und dem ihr zugehörigen Theile des Keimwulstes *kw*. Der letztere erscheint links und rechts ganz bedeutend verdünnt; wo aber seine beiden seitlichen Bögen hinten in einander, oder besser in die Schwanzknospe *S* und den hinteren Theil des Rumpfes *R* übergehen, schwillt er in der Fläche bedeutend an, der Keimwulst wird breiter und geht wie mit zwei dreieckigen Platten unmerklich in den Embryo über. Die etwas vergrösserte Schwanzknospe Fig. 11. *S* und der unmittelbar vor ihr gelegene hintere Rumpftheil des Embryo gehen also wie in einen Saum über, der sich nach aussen verschmächtigt und mit dem Keimwulste verschmilzt. Diesen Saum haben wir schon in früheren Stadien (Fig. 7. und 10.) kennen gelernt, nur war derselbe dort viel unbedeutender, reichte nicht so weit nach vorn und trat nicht immer mit derselben Deutlichkeit hervor. Der dreieckige Saum ist also kein neues Gebilde, er ist in diesem Stadium nur deutlicher, weil er dicker und breiter geworden ist.

Die weiteren Veränderungen, welche die Fig. 11. der Fig. 10. gegenüber zeigt bestehen in einer Verlängerung des Embryo, aber auch in einer noch viel bedeutenderen Verschmälerung; ja die letztere ist so gross, dass man glauben könnte, die Fig. 11 sei nicht in demselben Verhältnisse gezeichnet, wie die Fig. 10. Ich glaube aber dennoch, dass das Augenmass meinen sehr geübten Zeichner nicht betrogen hat. Die Lösung dieses Räthsels liegt eben in den Durchschnitten durch unsere Figur, aus denen hervorgeht, dass der Embryo zu dieser Zeit mit dem grössten Theile seiner Masse im Dotter steckt, indem der Kiel in diesem Stadium die grösste Tiefe besitzt und zwar auf eine sehr lange Strecke. Der Länge nach zerfällt der Embryo hier deutlich in drei Abschnitte: Schwanzknospe *S*, Rumpf *R* und den durch seine drei Anschwellungen und denselben entsprechenden Reste der Rückenfurche V_1, V_2, V_3 ausgezeichneten Kopf *K*. Ich habe auf diese Anschwellungen schon oben im voraus hingewiesen und muss wiederholen, dass dieselben den drei primitiven Hirnabtheilungen entsprechen dürften, für die ich die bisher üblichen Bezeichnungen beibehalte, nämlich Prosenkephalon V_1, Mesenkephalon V_2 und Epenkephalon V_3. Von diesen Anschwellungen trägt jede noch einen Rest der Rückenfurche, je eine der drei Erweiterungen derselben, welche wir im vorigen Stadium, dem des lanzettförmigen Embryonalschildes Fig. 10. kennen gelernt haben. Von den drei Eindrücken oder spaltförmigen Gruben in den einzelnen Gehirnabtheilungen muss ich übrigens erwähnen, dass ihre Form in dieser Prägnanz nicht immer ausgesprochen ist; dennoch sind sie meist alle drei noch mit genügender Deutlichkeit zu unterscheiden. Auch die drei Anschwellungen des Kopfes sind nicht immer so deutlich, ich glaubte aber hier gerade das prägnanteste Bild wiedergeben zu sollen um zu zeigen, wie deutlich schon in so frühen Stadien die primitive für die Wirbelthiere typische Dreigliederung des Gehirns zu einer gewissen, leider nicht genauer fixirbaren Zeit der Entwicklung bei der Forelle sein kann. Von den drei Hirnabtheilungen ragt die hinterste V_3 am weitesten vor, weniger die mittlere V_2 und die vorderste V_1, welch letztere in diesem Stadium in eine ziemlich ausgesprochene Spitze endet.

Die Durchschnitte Fig. VII 1.—6. stellen ausgewählte, characteristische Schnitte aus einem Embryo dar, der wohl im ganzen die Form des in Fig. 11. abgebildeten besass, aber dennoch in der Entwickelung etwas vorgeschrittener war, indem die drei Vertiefungen in den drei Hirn- oder Kopfabtheilungen nicht mehr so ausgeprägt, sondern mehr verflacht waren. Die hinterste war am wenigsten ausgeprägt, die vorderste am breitesten, die mittelste am tiefsten. Einer der äussersten Schnitte durch die Schwanzknospe Fig. VII 1. zeigt, dass dieselbe gegenüber den früheren Stadien bedeutend verdickt war. Das Centrum des Axenstranges *SAx* (Schwanztheil des Axenstranges) liegt noch sehr nahe der Oberfläche des Embryo. Der obere Theil des concentrisch-geschichteten Axenstranges besteht aus einer vierfachen Lage von platten Zellen, welche sich nach oben direct an das Hornblatt oder die Epidermis anlegen und nach aussen in eine erst doppelte, dann einfache Lage rundlich-polygonaler Zellen übergehen, die sich wie durch einen glatten Contour von den darunterliegenden abheben. Ein Vergleich dieses Schnittes mit einem der nächsten durch die Schwanzknospe desselben Embryo Fig. VII 2. lehrte, dass wir es in jenen platten Zellen *s'* und den nach aussen sich an diese anschliessenden Reihen rundlich-polygonaler Zellen *s* mit den Repräsentanten des Sinnesblattes zu thun haben, das hier erst im Entstehen begriffen ist, indem die untere der beiden Reihen noch nicht in Cylinderzellen umgewandelt erscheint. Der Schnitt Fig. VII 1. liegt weiter nach rückwärts als der der Fig. VI 1., dennoch ist die Zelllage *s'* in Fig. VII 1. mächtiger als in Fig. VI 1., das Sinnesblatt *s* reicht weiter nach auswärts als in Fig. VI 1., ein unterstes einzelliges Darmdrüsenblatt *d* ist deutlicher abgegrenzt als dort. Wir sehen daraus einerseits, dass die Scheidung der Embryonalanlage in Blätter in der Gegend der Schwanzknospe von vorn nach hinten fortschreitet und aus der mächtigeren Lage platter Zellen *s'* im Axenstrange sehen wir, dass in demselben eine rege Zellvermehrung stattfindet, welche immer neues Material zur Vergrösserung des Sinnesblattes, und zwar besonders des axialen Theiles desselben beiträgt. Wir müssen

Unsere Figur 11. zeigt den Embryo mit dem hinteren Theile der Keimhaut oder Keimhöhlendecke *Dk* und dem ihr zugehörigen Theile des Keimwulstes *kw*. Der letztere erscheint links und rechts ganz bedeutend verdünnt; wo aber seine beiden seitlichen Bögen hinten in einander, oder besser in die Schwanzknospe *S* und den hinteren Theil des Rumpfes *R* übergehen, schwillt er in der Fläche bedeutend an, der Keimwulst wird breiter und geht wie mit zwei dreieckigen Platten unmerklich in den Embryo über. Die etwas vergrösserte Schwanzknospe Fig. 11. *S* und der unmittelbar vor ihr gelegene hintere Rumpftheil des Embryo gehen also wie in einen Saum über, der sich nach aussen verschmächtigt und mit dem Keimwulste verschmilzt. Diesen Saum haben wir schon in früheren Stadien (Fig. 7. und 10.) kennen gelernt, nur war derselbe dort viel unbedeutender, reichte nicht so weit nach vorn und trat nicht immer mit derselben Deutlichkeit hervor. Der dreieckige Saum ist also kein neues Gebilde, er ist in diesem Stadium nur deutlicher, weil er dicker und breiter geworden ist.

Die weiteren Veränderungen, welche die Fig. 11. der Fig. 10. gegenüber zeigt bestehen in einer Verlängerung des Embryo, aber auch in einer noch viel bedeutenderen Verschmälerung; ja die letztere ist so gross, dass man glauben könnte, die Fig. 11 sei nicht in demselben Verhältnisse gezeichnet, wie die Fig. 10. Ich glaube aber dennoch, dass das Augenmass meinen sehr geübten Zeichner nicht betrogen hat. Die Lösung dieses Räthsels liegt eben in den Durchschnitten durch unsere Figur, aus denen hervorgeht, dass der Embryo zu dieser Zeit mit dem grössten Theile seiner Masse im Dotter steckt, indem der Kiel in diesem Stadium die grösste Tiefe besitzt und zwar auf eine sehr lange Strecke. Der Länge nach zerfällt der Embryo hier deutlich in drei Abschnitte: Schwanzknospe *S*, Rumpf *R* und den durch seine drei Anschwellungen und denselben entsprechenden Reste der Rückenfurche V_1, V_2, V_3 ausgezeichneten Kopf *K*. Ich habe auf diese Anschwellungen schon oben im voraus hingewiesen und muss wiederholen, dass dieselben den drei primitiven Hirnabtheilungen entsprechen dürften, für die ich die bisher üblichen Bezeichnungen beibehalte, nämlich Prosenkephalon V_1, Mesenkephalon V_2 und Epenkephalon V_3. Von diesen Anschwellungen trägt jede noch einen Rest der Rückenfurche, je eine der drei Erweiterungen derselben, welche wir im vorigen Stadium, dem des lanzettförmigen Embryonalschildes Fig. 10. kennen gelernt haben. Von den drei Eindrücken oder spaltförmigen Gruben in den einzelnen Gehirnabtheilungen muss ich übrigens erwähnen, dass ihre Form in dieser Prägnanz nicht immer ausgesprochen ist; dennoch sind sie meist alle drei noch mit genügender Deutichkeit zu unterscheiden. Auch die drei Anschwellungen des Kopfes sind nicht immer so deutlich, ich glaubte aber hier gerade das prägnanteste Bild wiedergeben zu sollen um zu zeigen, wie deutlich schon in so frühen Stadien die primitive für die Wirbelthiere typische Dreigliederung des Gehirns zu einer gewissen, leider nicht genauer fixirbaren Zeit der Entwicklung bei der Forelle sein kann. Von den drei Hirnabtheilungen ragt die hinterste V_3 am weitesten vor, weniger die mittlere V_2 und die vorderste V_1, welch letztere in diesem Stadium in eine ziemlich ausgesprochene Spitze endet.

Die Durchschnitte Fig. VII 1.—6. stellen ausgewählte, characteristische Schnitte aus einem Embryo dar, der wohl im ganzen die Form des in Fig. 11. abgebildeten besass, aber dennoch in der Entwickelung etwas vorgeschrittener war, indem die drei Vertiefungen in den drei Hirn- oder Kopfabtheilungen nicht mehr so ausgeprägt, sondern mehr verflacht waren. Die hinterste war am wenigsten ausgeprägt, die vorderste am breitesten, die mittelste am tiefsten. Einer der äussersten Schnitte durch die Schwanzknospe Fig. VII 1. zeigt, dass dieselbe gegenüber den früheren Stadien bedeutend verdickt war. Das Centrum des Axenstranges *SAx* (Schwanztheil des Axenstranges) liegt noch sehr nahe der Oberfläche des Embryo. Der obere Theil des concentrisch-geschichteten Axenstranges besteht aus einer vierfachen Lage von platten Zellen, welche sich nach oben direct an das Hornblatt oder die Epidermis anlegen und nach aussen in eine erst doppelte, dann einfache Lage rundlich-polygonaler Zellen übergehen, die sich wie durch einen glatten Contour von den darunterliegenden abheben. Ein Vergleich dieses Schnittes mit einem der nächsten durch die Schwanzknospe desselben Embryo Fig. VII 2. lehrte, dass wir es in jenen platten Zellen *s'* und den nach aussen sich an diese anschliessenden Reihen rundlich-polygonaler Zellen *s* mit den Repräsentanten des Sinnesblattes zu thun haben, das hier erst im Entstehen begriffen ist, indem die untere der beiden Reihen noch nicht in Cylinderzellen umgewandelt erscheint. Der Schnitt Fig. VII 1. liegt weiter nach rückwärts als der der Fig. VI 1., dennoch ist die Zelllage *s'* in Fig. VII 1. mächtiger als in Fig. VI 1., das Sinnesblatt *s* reicht weiter nach auswärts als in Fig. VI 1., ein unterstes einzelliges Darmdrüsenblatt *d* ist deutlicher abgegrenzt als dort. Wir sehen daraus einerseits, dass die Scheidung der Embryonalanlage in Blätter in der Gegend der Schwanzknospe von vorn nach hinten fortschreitet und aus der mächtigeren Lage platter Zellen *s'* im Axenstrange sehen wir, dass in demselben eine rege Zellvermehrung stattfindet, welche immer neues Material zur Vergrösserung des Sinnesblattes, und zwar besonders des axialen Theiles desselben beiträgt. Wir müssen daher in der Schwanzknospe einen besonderen Heerd für Zellvermehrung zunächst im Bereiche des Sinnesblattes annehmen, welche zur Verdickung und Verlängerung eines Gebildes beiträgt aus dem wir sofort die Organisation des Rumpftheiles des Medullarstranges hervorgehen sehen werden. Aber auch für das mittlere Keimblatt (Fig. VII 1. *m*) muss in der Schwanzknospe ein besonderer Vermehrungsheerd angenommen werden, denn gegenüber der Fig. VI 1. sehen wir dasselbe ebenfalls bedeutend verdickt. —

Einer der nächsten in Fig. VII 2. abgebildeten Schnitte giebt hierfür einen weiteren Beleg. Derselbe entspricht der Lage nach ungefähr dem in Fig. VI 1. dargestellten. Wir erblicken in ihm ein durch die unterste Reihe cylindrischer Zellen deutlich markirtes Sinnesblatt, dessen axialer Theil nach oben bedeutend prominirt und aus einer circa achtfachen Lage von platten Zellen *s′* besteht, die eine Gruppe rundlich-polygonaler Zellen des mittleren Keimblattes im Halbkreis umschliesst. In der ganzen beschriebenen medialen Organisation haben wir den Schwanztheil des Axenstranges *SAx* vor uns, in welchem jetzt schon eine deutlichere Trennung in einen oberen Theil *s′*, der dem Sinnesblatte und einen unteren, der dem mittleren Keimblatte angehört, bemerkbar ist. Aus dem letzteren werden wir sofort im Beginne der Rumpfregion die Chorda entstehen sehen.

Fig. VII 3. zeigt einen Schnitt etwas vor der Region des in Fig. VI 1. abgebildeten, der nahezu schon dem in Fig. VI 2. entspricht. Im medialen Theile dieses Schnittes sehen wir viel deutlicher als in Fig. VII 2. die Scheidung des früheren Axenstranges in einen oberen dem Sinnesblatte angehörigen und einen unteren Theil, der eine rundlich-viereckige in der Axe gelegene Zellgruppe darstellt und ein Gebilde des mittleren Blattes repräsentirt, die Chorda dorsalis Ch. Der obere Theil aber stellt, wie aus den Erörterungen, die beim vorigen Stadium angestellt wurden, hervorgeht, den Medullarstrang *Ms* dar, von dem aus rechts und links das Sinnesblatt *s* sich verschmächtigend ausläuft. Das Darmdrüsenblatt *d* stösst am medialen Theile an die Chorda und ist dort zweischichtig, nach aussen aber, sowie in Fig. VII 2. und 1. aus der Schwanzknospe, einschichtig.

Die folgenden Schnitte zeigten nahezu durch den ganzen Rumpf dieselben Verhältnisse, nur dass der mediale verdickte und nach unten verlängerte Theil des Sinnesblattes immer länger und oben auch breiter wurde und die Chorda sammt dem mittleren und unteren Keimblatte von hinten nach vorn zu immer tiefer in den Dotter vordrängte, so dass der Kiel des Embryo immer mehr vorsprang. Die auf dem Durchschnitte zapfenartige Verlängerung des Sinnesblattes, die nach unten an die Chorda stösst wird dadurch zur soliden, in verticaler und horizontaler Richtung sehr vergrösserten Anlage des Medullarstranges, der nach aussen gegen das mittlere Keimblatt zu jederseits durch eine deutliche Cylinderzellenreihe begrenzt erscheint. Der Medullarstrang ist im Rumpftheil mit Ausnahme der obersten Parthie sehr schmal (Fig. VII 4. *Ms*), gegen den Kopf zu wird er aber auch unten dicker, indem er hier in jene in Fig. VI 4.—6. abgebildete breite Wucherung der medialen oberen Zellmasse des Sinnesblattes übergeht. Vom vorderen Theile des Rumpfes an wird also der Medullarstrang länger und in seiner ganzen Höhe breiter, das mittlere Keimblatt dagegen schmäler, das Darmdrüsenblatt aber wird zweischichtig. Endlich verliert sich die Chorda und der Medullarstrang des Rumpftheiles geht in jenen des Kopftheiles über, der hier direct auf dem unteren Blatte aufruht.

Dieser Medullarstrang des Kopftheiles entspricht genau dem, was ich früher Kopftheil des Axenstranges genannt habe. Abgesehen von der nunmehr enthüllten Bedeutung dieses Gebildes, das sich, nachdem die Chorda gebildet ist, nicht mehr anscheinend in den Rumpftheil des Axenstranges, sondern blos in den Medullarstrang des Rumpfes fortsetzt, ist es aber auch durch ein histologisches Merkmal gerechtfertigt gerade jetzt diesem Theile des Axenstranges den Namen Medullarstrang zu geben. Wir sahen das characteristische Merkmal des Sinnesblattes, die unterste Reihe cylindrischer Zellen, im vorigen Stadium Fig. VI 3.—7. dort aufhören, wo der aus dem medialen Theile des Sinnesblattes herausgewachsene, in den Kiel des Embryo sich einsenkende Kopftheil des Axenstranges beginnt. In diesem Stadium reichen jene Cylinderzellen, wie im Rumpftheil des Medullarstranges (Fig. VII 4.) bis an die Chorda, so im Kopftheil bis ganz oder doch nahe an die unterste Stelle desselben. Wir sehen also gleichwie in den oberen Schichten der Schwanzknospe so auch in den äussersten Schichten des Kopftheiles des Axenstranges eine Umwandlung polygonaler Zellen in längliche vor sich gehen. Die Cylinderzellenschichte, das Characteristicum des Sinnesblattes, setzt sich von diesem nun direct auf den aus den mittleren, oberen Schichten dieses Blattes hervorgegangenen Kopftheil des Axenstranges fort, über dessen Zugehörigkeit hiermit kein Zweifel mehr bestehen kann. Diese Umwandlung vollendet sich jedoch in der vordersten Parthie des Kopftheils des Axenstranges erst später als in den hinteren Parthien. So zeigte ein Durchschnitt, der ungefähr der Region des Durchschnittes Fig. VI 5. entsprach, und diesem, was die Form anlangt, bis auf den Mangel der Rückenfurche glich, eine Cylinderzellenschichte, die sich bis ganz an den untersten Theil des Medullarstranges, also bis zum Darmdrüsenblatte hinab fortsetzte. Der Schnitt Fig.

VII 5. entspricht ungefähr dem in Fig. VI 6., d. h. er liegt nur wenig weiter nach vorn. An diesem Schnitte reicht die Cylinderzellenschichte schon nicht mehr so tief. Man erkennt in ihm die bauchige Anschwellung der mittleren Parthie des Axenstranges, respective des Medullarstranges der Fig. VI 6. Dieselbe tritt jedoch in diesen Schnitten durch zwei Momente noch deutlicher hervor und zwar erstens dadurch, dass der Medullarstrang, wo er in die Seitentheile des Sinnesblattes sich fortsetzt, durch zwei nach oben sich vorschiebende rundliche Vorsprünge der Zellmasse des mittleren Keimblattes und ebenso nahe seiner unteren stumpfen Spitze links und rechts von demselben Blatte aus eingeschnürt wird. Durch diese obere und untere Einschnürung, sowie durch die mittlere Anschwellung und Ausbauchung des Medullarstranges wird der Grund zu zwei seitlichen Wucherungen desselben eingeleitet, die, wie wir bald sehen werden, zur Entstehung zweier solider Auswüchse des Medullarstranges führen. Wir werden dieselben als die primitiven, soliden Anlagen des Sehorganes, als Analoga der primitiven Augenblasen der übrigen Wirbelthiere, kennen lernen.

Bevor ich weiter gehe, muss ich hier noch eines Schnittes gedenken, der der Gegend der in Fig. 10. abgebildeten seitlichen Grübchen *sV* entsprach und der noch, was die nach innen verdickten Seitentheile des Sinnesblattes anlangt, dem in Fig. VI 4. dargestellten glich. Die Verdickung der Seitentheile in dieser hintersten Region des Kopftheiles des Embryo steht, wie ich glaube, in einer ähnlichen Beziehung zum Gehörorgane, wie die seitliche Ausbauchung und Verdickung des Medullarstranges in der vorderen Kopfregion zum Sehorgane. In beiden Fällen bildet eine solide Zellmasse die erste Anlage der später blasigen Sinnesorgane, ein Factum, das mit der soliden primitiven Anlage des Cerebrospinalsystems in vollem Einklange steht. Beim Gehör- wie beim Sehorgane ist die erste Anlage eine mehr diffuse Anschwellung (Ausbauchung beim Auge, Einsenkung beim Ohre) der Seitentheile des Sinnesblattes, respective des Medullarstranges, die sich später zwar auf einen viel geringeren Raum beschränkt, aber eine viel prägnantere Form annimmt. Aehnlich werden wir auch die jetzt noch sehr dicke Chorda (Fig. VII 3. und 4.) später viel bescheidenere Dimensionen annehmen sehen, als sie bei ihrem ersten Auftreten hat.

Die Verhältnisse der Schichtung im vordersten Theile des Embryo sind annäherungsweise dieselben wie im vorigen Stadium. Es folgen zunächst auf Fig. VII 5. Schnitte ähnlich dem in Fig. VI 7., es verschwindet also die bauchige Anschwellung des Medullarstranges und macht sogar wieder einem concaven unteren und seitlichen Grenzcontour Platz. Endlich verliert sich der schon sehr verschmächtigte und verkürzte Medullarstrang ganz aus der Organisation, das mittlere Keimblatt gewinnt dafür an Dicke, das untere und das Sinnesblatt aber werden dünner, letzteres einschichtig (Fig. VII 6.). Eine Einsenkung im oberen Contour dieses Schnittes mag vielleicht einem verflachten und verbreiterten Ausläufer der vordersten Erweiterung (V_3 Fig. 11.) der ehemaligen Rückenfurche entsprechen. —

Das nächste Stadium, Fig. 12. (24. Tag), zeigte eine weitere Verlängerung des Embryo, dabei erschien derselbe aber auch wieder etwas verbreitert, er war schmal lanzettförmig. Die Verlängerung war diesmal augenscheinlich die Folge eines Längenwachsthums im Rumpftheile, denn der Abstand der Schwanzknospe von der dritten Vertiefung im Kopftheile des Embryo war viel grösser als im vorigen Stadium Fig. 11. Weniger scheint der Kopftheil in die Länge gewachsen zu sein. Dieser liess noch die beiden vorderen seitlichen Einschnürungen erkennen und zeigte somit wie vorhin (Fig. 11.) 3 Gehirnabtheilungen und in der Mitte einer jeden befand sich noch eine der Vertiefungen V_1, V_2, V_3, wie im vorhergehenden Stadium. Von den drei Gehirnabtheilungen waren die beiden vorderen, am meisten die vorderste V_1, sehr verbreitert, überhaupt erschienen die Breitendurchmesser des Embryo an verschiedenen Stellen nicht so variant wie in Fig. 11., sondern alle Unebenheiten des seitlichen Grenzcontours waren mehr ausgeglichen. Der Embryonalsaum *Es*, erschien nicht so ausgebildet und deutlich wie in Fig. 12. Vom 3. Grübchen V_3 an der Oberfläche des Gehirns zog in diesem Stadium eine ganz flache, breite Furche gegen die Schwanzknospe (*S*), ohne dieselbe jedoch zu erreichen; da diese Furche mit der in Fig. 8.—10. abgebildeten nicht zu verwechseln ist, so nenne ich sie die secundäre Rückenfurche (Fig. 12. *sRf*). Ihre Bedeutung wird aus den Schnitten durch diesen Embryo hervorgehen.

Fig. VIII 1. stellt einen Durchschnitt aus der hintersten Parthie der Schwanzknospe dar, der ungefähr zwischen Fig. VII 1. und 2. des vorigen Stadiums hineinfallen würde. Die ersten Schnitte durch die Schwanzknospe zeigten noch kein deutliches Sinnesblatt, in Fig. VIII 1. war ein solches in der Mitte durch eine dreifache Reihe flacher Zellen *s'* deutlich repräsentirt, dasselbe setzte sich rechts auch auf die Seitentheile (*s*) deutlich fort, links war eine solche Scheidung weniger deutlich. Unter der medialen Region des Sinnesblattes *s'* befand sich, von diesem nicht scharf trennbar der Axenstrang, unter ihm und nach aussen lag noch eine grosse Masse von Zellen des ungeschiedenen mittleren und unteren Keimblattes. Wir sehen also hier an einer Stelle der Schwanzknospe, die wir mit einiger Sicherheit aus der Form des Schnittes bestimmen konnen, erst den Beginn einer Scheidung in 3 Blätter, während wir an derselben Stelle des Embryo im vorigen Stadium ein nach Breite und Höhe viel entwickelteres Sinnesblatt und bereits ein deutlich geschiedenes Darmdrüsenblatt fanden. Diese Thatsache ist ein neuer Beweis dafür, dass die Schwanzknospe ein Heerd lebhafter Zellvermehrung sei und zwar, dass gerade von hier aus eine stetige Vergrösserung des Rumpftheiles des Axenstranges (des Medullarstranges und der Chorda) vor sich geht. Auch hier stimmt diese Thatsache wieder mit der äusserlich wahrnehmbaren bedeutenderen Verlängerung des Rumpftheiles gegenüber der des Kopftheiles des Embryo überein (vergleiche Fig. 11. und 12.). Dasselbe bewies ein Durchschnitt, der um einige Schnitte weiter nach vorn in der Schwanzknospe lag; dieser Durchschnitt zeigte schon ein schönes seitlich durch eine untere Reihe mehr cylindrischer Zellen ausgezeichnetes Sinnesblatt, das in verdünnter, plattzelliger Lage eine kleine, concentrisch-geschichtete Masse rundlich-polygonaler Zellen halbkreisförmig umgab. Ein Darmdrüsenblatt war hier ebensowenig deutlich ausgesprochen als auf dem vorigen Schnitte. Auch an diesem Schnitte fiel die geringe Mächtigkeit des medialen Theiles des Sinnesblattes auf, gegenüber dem der Fig. VII 2. Im vorigen Stadium hatte also die Wucherung in der Schwanzknospe und die Zelldifferenzirung ihren Höhepunct erreicht. Das Material, welches dadurch angehäuft worden war, scheint zur Verlängerung der Gebilde des Rumpfes verwendet worden zu sein, die Schwanzknospe schreitet einem Stadium zu, in dem nur mehr ein geringer und sehr allmäliger Ansatz von ihrer Seite her an den Rumpf erfolgt. Dies stimmt damit überein, dass sich der Rumpf in der bisher beschriebenen Periode von Tag zu Tag bedeutend vergrösserte, während er von nun an ein immer geringeres Längenwachsthum aufweist, wogegen die Schwanzknospe als solche sich jetzt langsam zu vergrössern beginnt.

Ein Schnitt aus dem hintersten Rumpftheile des Embryo zeigte ähnliche Verhältnisse wie der in Fig. VII 3. Ich erwähne von demselben, dass die Chorda noch deutlicher hervortrat und zwar als deutlich viereckige Zellmasse, auf der das untere abgestutzte Ende des Medullarstranges aufruhte. Dieser Schnitt lag weiter zurück als der in Fig. VII 3., woraus also hervorgeht, dass die Chorda nach hinten, zwischen Schwanzknospe und Rumpftheil sich verlängert hat, d. h. dass sich der Axenstrang weiter nach rückwärts, als im vorigen Stadium, in Chorda und Medullarstrang getrennt hat. Das mittlere Keimblatt hatte an Dicke zugenommen und zwar besonders die beiden medialen Theile der Seitenplatten, was als Vorbereitung zur Bildung von Urwirbelplatten betrachtet werden muss. Die Vorbereitung zur Bildung von

Urwirbelplatten ist noch deutlicher auf einem Durchschnitte mitten aus dem Rumpfe zu beobachten. Einen solchen stellt die Fig. VIII 2. dar. Der Medullarstrang *Ms* ruht auf der Chorda *Ch.* Diese letztere ist auffallend kleiner als in Fig. VII 3., im Allgemeinen bleibt sie dies auch auf allen folgenden Schnitten, nur auf einigen nimmt ihr Durchmesser wieder zu, so dass derselbe im ganzen Verlaufe der Chorda in diesem Stadium mehrfachen Schwankungen zu unterliegen scheint. Am oberen Contour des Medullarstranges sieht man den Durchschnitt der secundären Rückenfurche *sRf.* Die Seitenplatten des mittleren Keimblattes sind hier im Vergleich zu denen aus dem vorigen Stadium sehr kurz und verschmächtigen sich rasch. Die Zellen, welche diese Seitenplatten gegen das Sinnesblatt, den Medullarstrang und das Darmdrüsenblatt begrenzen, unterscheiden sich hier von den übrigen des mittleren Keimblattes dadurch, dass sie länglich geworden sind, die Seitenplatten sind daher wie von einem continuirlichen Cylinderepithel eingefasst, das dieselben nach oben gegen die Cylinderzellenschichte der Seitentheile des Sinnesblattes, medialwärts gegen die des Medullarstranges und nach unten gegen die Zellen des Darmdrüsenblattes begrenzt. Mit der Entstehung dieser Zellschicht ist ein weiterer Schritt zur Bildung von Urwirbelplatten geschehen; wir müssen in jenen Zellen die Analoga der die Urwirbelkerne anderer Wirbelthiere umgebenden Cylinderzellenschichte auffassen. Noch deutlicher tritt die Sonderung der Urwirbelplatten an der rechten Seite dieses Durchschnittes auf. Hier scheint nämlich bereits die Abschnürung eines Urwirbels begonnen zu haben, indem die unterste Reihe der Cylinderzellen Miene macht sich nach aufwärts zu ziehen (bei *x*) und so die Seitenplatten in ihrem medialen Theile schräg-quer zu spalten [1]. Deutliche Urwirbel konnte ich jedoch in diesem Stadium von aussen am Embryo noch nicht erkennen. Das untere Keimblatt *d* ist auf diesem Schnitte in der Mitte dreischichtig, links auf eine kurze Strecke und rechts fast unter der ganzen Seittenplatte zweischichtig. Diese Mehrschichtigkeit des unteren Keimblattes ist eine der vielen Ausnahmen vom allgemeinen Entwicklungstypus der Wirbelthiere, welche die Entwicklungsgeschichte der Knochenfische, d. h. wenigstens der Forelle auszeichnen.

Die Fig. VIII 3. stellt einen Schnitt vor aus dem vorderen Rumpftheile, dessen Verhältnisse im Allgemeinen dieselben sind wie im vorigen. Auffallende Veränderungen finden sich indessen im mittleren Keimblatte. Dasselbe zeigt zunächst einen medialen, dickeren, an seiner dicksten Stelle vierschichtigen und einen lateralen dünnen, blos zweischichtigen Theil. Beide Theile gehen ineinander über und zwar unter stumpfen, abgerundeten Winkeln. Was aber vom dickeren, medialen Theil auf den blos zweischichtigen, lateralen sich fortsetzt, das sind einzig und allein die obere und untere Reihe länglicher Zellen, alle jene rundlich-polygonalen Zellen, welche also auch hier etwa früher zwischen den beiden Cylinderzellenreihen lagen, scheinen sich mehr medialwärts zurückgezogen zu haben. Mit dieser Veränderung ist die Bildung der Urwirbelplatten fertig (Fig. VIII 2. *up*), die beiden dickeren, medialen Theile des mittleren Keimblattes sind es, die sich der Quere nach in Urwirbel spalten, die beiden Cylinderzellenreihen, links und rechts, welche allein die lateralen Theile des mittleren Blattes ausmachen, (Remak's Seitenplatten beim Hühnchen entsprechen ihnen nicht ganz), nenne ich ihrer nächsten Beziehung zur Bildung der Peritonealhöhle wegen vorläufig Peritonealplatten (Fig. VIII 2 *pp*), wobei ich jedoch gleich hier bemerken muss, dass sie in derselben Beziehung zur Pericardialhöhle stehen und ihr Name daher für einen gewissen Theil der beiden Platten in Pericardialplatten umzuwandeln sein wird. Ein Schnitt durch die Grenzregion zwischen Kopf und Rumpf zeigte ebenfalls noch die deutliche Trennung in Urwirbel- und Peritonealplatten, nur war die Cylinderzellenreihe, welche die ersteren oben und unten bekleidet, nach innen, an der Grenze zwischen mittlerem Keimblatte und Medullarstrang nicht ausgeprägt. Wir befinden uns hier in einer Region, wo die Chorda aufgehört hat. Später schiebt sich die Chorda vor und erreicht auch diese Region, die als die Region der künftigen Kiemenhöhle bezeichnet werden muss. Die Peritonealplatten waren hier sehr lang und setzen sich ihre beiden Cylinderzellenreihen (obere und untere) jederseits auf die Urwirbelplatten fort. Das Darmdrüsenblatt war hier auf beiden Seiten zweischichtig, nur seine beiden äussersten Ausläufer und das Stück, welches an den Medullarstrang stösst, waren einschichtig. Wo das Darmdrüsenblatt zweischichtig war, bestand es, wie in Fig. X 1., aus sehr langen fast senkrecht gestellten Zellen und sprang gegen das mittlere Keimblatt im Bogen vor. Diese Stelle (cf. Fig. X 1. *Kh*) ist es, von welcher aus das Darmdrüsenblatt sich zuerst als solide Wucherung in das mittlere Keimblatt einsenkt um dieses endlich zu durchbrechen und bis an die Epidermis vorzudringen. Diese Wucherung wird später hohl und stellt die Kiemenhöhle dar.

---

[1] cf. pg. 68.

Der Medullarstrang erschien auf diesem Durchschnitte gekrümmt und ahmte nahezu die Form eines *S* nach (cf. Fig. X 1. *Ms*). Ich verweise diesbezüglich auf die Abbildung eines Embryo vom 27. Tage, Fig. 15., welcher zeigt, dass der Medullarstrang in einer gewissen frühen Periode mehrfache Krümmungen im Kopftheile macht. Dieselben verlaufen in zweierlei Hauptebenen, in horizontalen und Querebenen. Ich halte es für möglich, dass diese Krümmungen vielleicht nicht als Kunstproducte der Erhärtungsflüssigkeit aufzufassen sind, sondern mit Verschiebungen der Zellmassen des Medullarstranges zusammenhängen, die in der Entwicklung dieses Organes begründet sind.

Ein Schnitt weiter nach vorn, aus dem hintersten Theile des Kopfes, Fig. VIII 4. zeigt eine bedeutende Anschwellung des Medullarstranges *Ms*, der fast die ganze Fläche des Präparates einnimmt. Die Urwirbelplatten sind hier auf zwei dünne Streifen *up* reducirt, welche seitlich an den Medullarstrang angrenzen, ohne sich jedoch der ganzen Länge desselben nach auszudehnen. Sie reichen nach oben weiter als nach unten, dort in den Winkel zwischen den Seitentheilen des Sinnesblattes und dem Medullarstrange sich tief einbohrend, hier in der Mitte spitz auslaufend, so dass der Medullarstrang in seiner grösseren, unteren Hälfte direct an das Darmdrüsenblatt *d* grenzt. Dieses ist in seiner grössten Ausdehnung hier noch zweischichtig, nur in der Mitte und an den Seiten wird es wieder einschichtig. Nach aussen zu setzen sich die Urwirbelplatten in die hier sehr kurzen Peritonealplatten *pp* fort. Wir befinden uns auf diesem Schnitte in der Gegend des Ohres. Der Medullarstrang ragt über die Seitentheile des Embryo ziemlich bedeutend vor, das Sinnesblatt geht von den Seitentheilen aus auf den Medullarstrang über, in dessen obere Schichten es sich direct fortsetzt. Links und rechts vom Medullarstrange, von diesem durch die oberen Fortsätze der Kopfplatten getrennt, bildet das Sinnesblatt zwei Anschwellungen, in deren Bereich es aus zwei Lagen von Cylinderzellen besteht. An diesen Stellen ist das Sinnesblatt aussen leicht eingedrückt, es befindet sich daher zu beiden Seiten des Medullarstranges eine kleine Einsenkung an der Oberfläche des Embryo, die vom Hornblatte ausgekleidet wird. Nach innen zu drückt sich dieser eingesenkte Theil des Sinnesblattes als convexer Vorsprung in den Uebergangstheil der Kopfplatten auf die Peritonealplatten ein. Wir werden später sehen, dass aus dieser Art von Einstülpung des verdickten Theiles des Sinnesblattes ein solider in die Urwirbelplatten eingedrückter, rundlicher Zellpfropf wird, der die erste solide Anlage des Ohres darstellt. Ich glaube mich nicht zu täuschen, wenn ich annehme, dass diese Stelle den seitlichen Grübchen *sV* in Fig. 10. oder den verdickten Theilen des Sinnesblattes links und rechts vom Kopftheile des Axenstranges in dem Durchschnitte Fig. VI 4. *sV* entspricht. Wir werden eine ähnliche Verkleinerung wie die, welche hier in der primitiven Anlage des Ohres stattgefunden hat, später auch bei der primitiven Anlage des Auges beobachten.

Fig. VIII 5. stellt einen Schnitt durch diejenige Gegend des Embryo dar, in welcher sich die primitive Anlage der Augen bildet. Der Schnitt ist daher besonders, was die Verhältnisse des Medullarstranges *Ms* anlangt, von Interesse. Vor Allem ist die Form des Medullarstranges auffällig. Derselbe ist in der Mitte oval und am dicksten, unten und oben dünner. Die beiden seitlichen Anschwellungen des Mittelstückes sind die eben im Hervortreten begriffenen soliden Anlagen der Augen *pA*. Nach oben und aussen geht der Medullarstrang in das Sinnesblatt *s* über. In der Mittellinie trägt derselbe oben einen tiefen, vom Hornblatt ausgekleideten Einschnitt *sRf*. Ich habe ihn mit den gleichen Buchstaben bezeichnet, wie den Einschnitt an der oberen Fläche des Medullarstranges der Rumpfgegend (Fig. VIII 2. und 3.), er ist hier wie dort eine vorübergehende Bildung und hängt wahrscheinlich mit der Verdickung des medialen Theiles des mittleren Keimblattes zusammen, indem durch diese die Uebergangstheile des Sinnesblattes in den Medullarstrang einen Druck erfahren. Für den Durchschnitt Fig. VIII 5. erhellt dies deutlich aus der auffallenden Veränderung des medialen Theiles des mittleren Keimblattes gegenüber dem derselben Region entsprechenden Schnitte der Fig. VII 5. Auf diesem Durchschnitte spricht sich rechts und links vom Medullarstrange die Tendenz der medialen Theile des mittleren Keimblattes aus die Seitentheile des Sinnesblattes, dort wo sie in den Medullarstrang übergehen, nach oben zu drücken. Hier in Fig. VIII 5. ist dieses nach aufwärts Wachsen des medialen Theiles des mittleren Keimblattes viel ausgesprochener. Die Kopfplatten *kp*, wie ich den medialen Theil des mittleren Keimblattes hier nennen muss, umgreifen den Medullarstrang von oben bis unten als zwei schmale Streifen, die unten zwischen Medullarstrang und Darmdrüsenblatt ineinander übergehen. Die Uebergangsstelle des Sinnesblattes auf den Medullarstrang ist durch sie nach oben vorgedrängt und beiderseits im Bogen erhoben; zwischen diesen beiden Bögen muss daher nothwendig eine Einsenkung oben im Medullarstrang entstehen.

Eine Trennung des mittleren Keimblattes in einen den Urwirbelplatten und einen den Peritonealplatten entsprechenden Theil ist in diesem Schnitte gleichfalls vorhanden, nur befinden wir uns hier in einer Region, in die die Chorda nie hineinreicht, ich spreche aber von Urwirbelplatten nur soweit, als eine Chorda vorhanden ist oder je sein wird, hier bezeichne ich die medialen Theile des mittleren Keimblattes als Kopfplatten. Die Peritonealplatten verhalten sich auf der linken und rechten Schnitthälfte verschieden, links sind sie wie auf den vorhergehenden Schnitten zweischichtig, rechts einschichtig und so bleiben sie nun so lange bis auf den successive weiter nach vorn gelegenen

Schnitten der Medullarstrang sich mehr und mehr verkürzt und eine Scheidung in Kopf- und Peritonealplatten nicht mehr wahrzunehmen ist.

Im nächsten Stadium vom 25. Tage waren die Veränderungen, von welchen ich oben sagte, dass sie die Bildung der Urwirbelplatten einleiten, besonders die Cylinderzellenschichte oben und unten und innen um das mittlere Keimblatt, bis nahe an die Schwanzknospe deutlich wahrzunehmen. Nur waren die Peritonealplatten hier überall sehr kurz und bleiben es in der hinteren Rumpfregion überhaupt noch lange Zeit hindurch, indem sie hier erst spät in dieselben Beziehungen zur Leibeshöhle treten, wie im vorderen Theile des Rumpfes. Die Chorda ist hier im ganzen Rumpfe schon sehr deutlich ausgeprägt, viereckig und von kleinem Durchmesser. Auf ihr ruht der Medullarstrang auf, der nur aus den zwei Cylinderzellenreihen des Sinnesblattes und einer einfachen mittleren Zelllage besteht. Nach aussen gehen die Cylinderzellen im hintersten Rumpftheile in platte Zellen über, welche hier in einfacher Lage das Sinnesblatt darstellen. Das Darmdrüsenblatt ist in der Mitte drei- in den Seitentheilen einschichtig wie in Fig. VIII 2.

Der in Fig. IX 1. abgebildete Schnitt gehört der Ohrgegend an. Der Schnitt ist blos in seiner oberen Hälfte dargestellt, da er im Wesentlichen ganz dieselbe Form hatte, wie der ihm entsprechende des vorigen Stadiums Fig. VIII 4. Ein Hauptunterschied besteht blos darin, dass die Seitentheile des Sinnesblattes und die Peritonealplatten länger sind und das in seinen Seitentheilen zweischichtige Darmdrüsenblatt viel dicker ist. Links und rechts hart am Medullarstrange sieht man eine umschriebene verdickte Stelle des Sinnesblattes, es springt wie mit zwei Pfröpfen in die Zellmasse der Urwirbelplatten ein. Diese beiden Gebilde, die primitiven Anlagen des Gehörorganes, sind eigentlich nichts anderes als eine Einstülpung der Cylinderzellenschichte des Sinnesblattes, welche aber nicht hohl ist, sondern von Zellen ausgefüllt erscheint, die unstreitig ebenfalls dem Sinnesblatte angehören, denn das Hornblatt *ep* zieht über die ganze Anlage als einfache Schichte ganz platter Zellen hinweg. Die hier, wie auf dem Schnitte Fig. VIII 4., noch sehr rudimentären Urwirbelplatten *up* schieben sich zwischen Medullarstrang und der primitiven Anlage des Gehörorganes als schmale Streifen ein, nach abwärts längs des Medullarstranges reichen sie nur auf eine ganz kurze Strecke und hören dann auf, so dass die untere Hälfte des Medullarstranges direct an das Darmdrüsenblatt stösst.

Ein zweiter Schnitt Fig. IX 2. durch die Gegend der Augen zeigt ganz auffällige Veränderungen. Der Medullarstrang, im ganzen Kopftheile des vorigen Stadiums noch von bedeutender Dicke (cf. Fig. VII 5.), ist in seiner ganzen Höhe verschmälert In seinem dritten Viertel, von unten gerechnet, trägt er zwei grosse solide Auswüchse *pA*, die primitiven Anlagen der Augen. Dieselben bestehen aus der Cylinderzellenschichte und einer inneren Masse länglicher Zellen des Medullarstranges. Die letztere setzt sich nach oben und unten in den Medullarstrang fort, nach oben in dreifacher (der Quere nach gezählt), nach unten in einfacher Lage. Im untersten Viertel aber hört diese innere Zellmasse auf und es besteht der Medullarstrang hier nur mehr aus den nach unten im Bogen aneinanderstossenden einfachen Cylinderzellenschichten. Der oberhalb der primitiven Anlagen der Augen befindliche Theil des Medullarstranges ist daher in Fig. IX 2. noch einmal so dick als der unterhalb gelegene, dieser aber ist doppelt so lang als jener und Sförmig gekrümmt. Die letztere Erscheinung habe ich oben schon besprochen. Die rechte der primitiven Augenknospen, wie man jene ersten Anlagen des Sehorganes nennen könnte, zeigt an ihrer Basis bereits eine seichte Einschnürung, welche die beginnende Scheidung in eigentliche Augenanlage und Sehnerv ankündigt. Die Augenknospen, die Analoga der primitiven Augenblasen der übrigen Wirbelthierklassen, sind ringsum vom mittleren Keimblatte eingeschlossen, natürlich mit Ausnahme jener Stellen, wo sie mit dem Medullarstrange zusammenhängen. Sie reichen also nirgends bis an das Sinnesblatt, bewirken aber auch nirgends auf der Oberfläche des Embryo eine Hervorragung oder Auftreibung und ist ihre Anwesenheit somit von aussen schwer zu diagnosticiren. Nur im Allgemeinen zeichnet sich der vordere Theil des Kopfes durch einen grösseren Querdurchmesser aus, als der übrige Embryonalleib besitzt. Das mittlere Keimblatt zeigt hier ebenfalls die Scheidung in Kopfplatten *kp* und doppelschichtige Peritonealplatten *pp*. Die ersteren schieben sich zwischen Augenknospen und Sinnesblatt, sowie zwischen dem unteren Ende des Medullarstranges und dem Darmdrüsenblatte ein. Das letztere wird in dieser Gegend (links und in der Mitte) einschichtig.

Vergleicht man den Kopftheil und den vorderen Theil des Rumpfes in diesem und dem vorhergehenden Stadium mit den früheren (man vergleiche Fig. VIII 2.—5. und IX 1. und 2. mit den früheren Stadien z. B. Fig. VI 1.—8.), so geht daraus hervor, dass der Rücken des Embryo sich von vorn nach hinten in seinem medialen, dem Medullarstrange entsprechenden Theile immer mehr über das ursprüngliche Niveau der Keimhaut erhebt, eine Beobachtung, die schon Kupffer (l. c.) an Gasterosteus und Gobius machte.

Ich will noch zum Schlusse einige Puncte aus dem nächsten Stadium hervorheben, dem vom 26. Tage. In diesem Stadium zeigte der

Embryo zum ersten Male einige deutliche Quertheilungen neben dem Medullarstrange, die ersten Urwirbeltheilungen. Jedoch schien es, als ob diese Urwirbel gegen den lateralen Theil des mittleren Keimblattes noch nicht abgeschnürt seien; mindestens war eine deutliche Abgrenzung der Peritonealplatten medialwärts auf Querschnitten nicht zu beobachten. Diese letzteren glichen noch fast ganz den in Fig. VIII 2. und 3. abgebildeten. Die Zahl der Urwirbel belief sich an diesem Tage der Entwicklung auf circa 6. Sie nahmen ungefähr die Mitte des Embryonalleibes ein, reichten aber in die vordere Rumpfhälfte weiter hinein als in die hintere, was jedoch den ganzen Embryo anlangt, so kamen mehr auf die hintere Hälfte desselben als auf die vordere, indem der Kopf ja allein beinahe die Hälfte des Embryo ausmacht.

Aus diesem Stadium ist in Fig. X 1. ein Schnitt abgebildet, der die solide primitive Anlage des Ohres traf. Ich habe auf diesen Schnitt schon bei der Besprechung des Stadiums vom 24. Tage hingewiesen indem er ein Verhältniss des Darmdrüsenblattes zeigt, welches in enger Beziehung zur Bildung der Kiemenhöhle steht. Dieser Schnitt Fig. X 1. ist also in mancher Beziehung von Interesse, er zeigt die erste Anlage des Gehörorgans *pO*, den Querschnitt des vordersten Stückes der Chorda *Ch*, die ersten Vorbereitungen im Darmdrüsenblatte zur Bildung der Kiemenhöhle (bei *Kh*) und einen dünnen Sförmig gekrümmten Medullarstrang (*Ms*). Vergleichen wir zunächst die Schnitte Fig. IX 1. und Fig. VIII 4., welche beide unzweifelhaft das Ohr trafen, so ist ersichtlich, dass die erste Spur dieses Organes an einer Stelle des Kopftheiles des Embryo auftritt, die ganz verschieden ist von der Stelle, an welcher wir es auf Fig. X 1. finden. Der Medullarstrang ist in Fig. IX 1. und Fig. VIII 4. eine breite fast länglich eiförmige Masse, die seitlich nur in ihren oberen Parthien an das mittlere Keimblatt stösst, in ihren unteren Parthien aber allenthalben an das Darmdrüsenblatt grenzt; eine Chorda ist hier also nicht vorhanden, das mittlere Keimblatt ist nur schwach entwickelt. Es scheint demnach, dass die primitive Anlage des Ohres von der Stelle die es vorher einnahm nach rückwärts gewandert sei. Vergleichen wir ferner den Schnitt Fig. X 1. mit dem *p.* 57 beschriebenen aus dem Stadium des 24. Tages von derselben Gegend, so geht daraus hervor, dass die Chorda sich nach vorwärts verlängert haben muss, denn wir treffen sie hier (Fig. X 1.) im Bereiche der späteren Kiemenhöhle, dort fehlte sie an dieser selben Stelle. Aehnlich ist es auch mit dem mittleren Keimblatte, dasselbe ist in Fig. X 1. in seinen medialen und lateralen Theilen mächtig entwickelt, während es im Bereiche der primitiven Ohranlage in Fig. IX 1. und VIII 4. nur schwach vertreten war. Es bliebe demnach nur zu erklären warum der Medullarstrang hier (Fig. X 1.) so schmächtig ist, während er auf den entsprechenden Schnitten früherer Stadien so dick oder breit war. Ich glaube, es dürfte hier wohl die Annahme gerechtfertigt sein, dass die Zellmasse des Medullarstranges sich gedehnt habe und es daher rühre, dass das Ohr in diesem Stadium neben einem schmalen, in den vorigen Stadien neben einem breiten Medullarstrange auf einem Durchschnitte sich befand.

Wir haben den Embryo in diesem Capitel von jenem Momente an, in welchem ein Darmdrüsenblatt sich eben anzulegen und das Auftreten der Rückenfurche die Bildung des Centralnervensystems einzuleiten beginnt, bis zu einem Stadium verfolgt, in dem wir bereits die ersten deutlichen Anlagen zweier Sinnesorgane, des Auges und Ohres, die beginnende Gliederung des Leibes in Urwirbel und endlich eine Verdickung und Vorwölbung jener Stelle im Darmdrüsenblatte finden, von welcher aus die Kiemenhöhle entstehen wird. Während der Embryo aus einer querovalen, flachconvexen Platte Fig. 8, die ausser einer Rückenfurche und der Schwanzknospe äusserlich noch gar kein Detail hatte, in eine langgestreckte Form übergeht, sahen wir an demselben sich einen Kopf- und Rumpftheil successive abgrenzen. Der Kopftheil zeigte die im Inneren vor sich gehende Dreigliederung des Gehirnes auch äusserlich angedeutet; eine Auftreibung der vordersten Abtheilung des Kopfes zeigt an, dass hier im Inneren die Augen sich anlegen, ein kleiner wie halbmondförmiger Wulst links und rechts vom Medullarstrange an der Grenze des Kopfes gegen den Rumpf deutet die erste Anlage des Ohres an (cf. Fig. 13. vom 27. Tag).

Während der ganzen bisher besprochenen Periode der Entwicklung der Embryonalanlage haben wir also im Innern folgende Gliederung zu verzeichnen:

1. Die Spaltung des Keimes in 4 Blätter, welche von oben nach unten vorschreitet und welche Blätter denen des Batrachiereies entsprechen,
2. die Gliederung der Embryonalanlage im Bereiche des mittleren und Sinnesblattes in einen Axenstrang und die hierzu gegensätzlichen Seitentheile der beiden genannten Blätter, die ich im mittleren Keimblatte Seitenplatten genannt habe,
3. die Trennung des Axenstranges in Medullarstrang und Chorda dorsalis,
4. die Gliederung der Seitenplatten des mittleren Keimblattes in Ur-

wirbel- und Kopfplatten und in Peritonealplatten (im vorderen Theile Pericardialplatten),

5. die Abgrenzung der soliden ersten Anlage des Auges und Ohres,
6. die beginnende Gliederung der Urwirbelplatten in Urwirbelkörper und
7. die des Darmdrüsenblattes in einen dünnen Darm- und dickeren Kiemenhöhlentheil.

Was erstens die Gliederung des Keimes in Blätter anlangt, so ist das vom Sinnesblatte getrennte Hornblatt eine Eigenthümlichkeit, die das Forellenei mit dem Batrachiereie gemein hat. Auch in ihrer histogenetischen Bedeutung stehen sich die genannten Blätter in beiden Eiern völlig gleich. Die Bildung eines Axenstranges ist eine dem Forelleneie, dem Eie der Batrachier und dem des Hühnchens gemeinsame. Völlig verschieden vom Bildungsmodus im Hühner- und Batrachiereie ist dagegen die Art und Weise der Entstehung des Centralnervensystems. Der Unterschied ist ein doppelter und besteht erstens darin, dass das genannte Organ beim Hühnchen und den Batrachieren von Anfang an als ein hohles Gebilde entsteht, als eine Rinne, die sich später schliesst, während es in der Forelle von Anfang an einen soliden Zellstrang darstellt, der erst spät hohl wird. Ein weiterer Unterschied zwischen der Forelle einerseits und dem Hühnchen und den Batrachiern anderseits besteht darin, dass das Centralnervensystem bei jener sich von Anfang an in die Keimmasse einsenkt, während es sich bei diesen in Gestalt der Rückenwülste über das Niveau des Blastoderms erhebt. Eine Medullarrinne im Sinne des Hühnchens existirt bei der Forelle nicht, ebensowenig im Sinne der bei den Batrachiern, denn wollte man auch den hohlgewordenen Axenstrang als Analogon der Medullarrinne des Hühnchens und der Batrachier ansehen, so würde diesem Vergleiche ausser der Entstehungsweise, auch das verschiedene Verhalten des Hornblattes entgegenstehen, das bei der Forelle nie die Höhle des Medullarstranges auskleidet, was, im Anfang wenigstens doch, bei den Batrachiern der Fall ist. Die Entstehung des Centralnervensystems, wie ich sie bei der Forelle geschildert habe, wurde bereits an demselben Fische von Götte (l. c.) erwähnt, dasselbe giebt Kupffer für Gasterosteus und Gobius an. Dagegen lassen Rathke (Blennius), v. Bär (Cyprinus Blicca), Lereboullet (Hecht, Barsch und Forelle), Vogt (Coregonus) das Cerebrospinalsystem wie beim Hühnchen entstehen. Ueber die Entstehung der Augen und Ohren äussert sich Götte nicht, Kupffer schildert die Vorgänge bei Gobius und Gasterosteus ganz wie ich sie von der Forelle beschrieb. Was die Entstehung dieser beiden Sinnesorgane bei den Knochenfischen anlangt, so ist dieselbe ebenso eigenthümlich und von der bei den Vögeln und Batrachiern beobachteten verschieden. Bezüglich der Augen ist die erste Bildung derselben als solide Knospen aus dem ebenfalls soliden Gehirn nicht auffällig, auffälliger ist die hiermit übereinstimmende erste Anlage des Ohres, das ja nicht wie Vogt (l. c.) beim Coregonus beobachtet haben will, aus dem soliden Gehirn (Epenkephalon) abstammt. Für die Augen hat Kupffer zuerst bei Gasterosteus und Gobius die erste Entstehung als solide Auswüchse des Vorderhirns beschrieben, für die Ohren wurde sie bereits von Lereboullet (l. c.) behauptet. Bezüglich der Augen will ich nur hervorheben, dass Rathke die erste Entstehung der Augen (und Ohren) nicht beobachtete (Blennius), v. Bär liess die Augen durch Ausstülpung aus dem Gehirn entstehen (Cyprinus Blicca), Vogt als nach oben offene Ausbuchtungen der Medullarrinne und zwar des Mittelhirnes (Coregonus), Lereboullet durch Bildung zweier Längsscheidewände im Vorderhirn (Hecht, Barsch, Forelle). Alle diese Entstehungsweisen haben nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Kupffer und mir keine Wahrscheinlichkeit mehr, es scheint dass die Entstehung des Cerebrospinalsystems, der Ohren und Augen als solide Anlagen für alle Knochenfische gilt. Ich will gleich hier erwähnen, dass Kupffer bei Gasterosteus und Gobius auch die Entstehung des Geruchsorganes als convexe Verdickung des Hornblattes, also als solide Anlage beobachtet haben will, die er der ersten Anlage der Linse vergleicht. Ich kann dasselbe für die Forelle nur bestätigen.

Bezüglich der Organe des mittleren Keimblattes muss ich zuerst die Frage aufwerfen, ob es eigentlich bei der Forelle ein Analogon des Primitivstreifens des Hühnchens giebt. Sofern der Primitivstreif ein mit dem Axenstrange von His identisches Gebilde ist, in dem später die Primitivrinne auftritt, dürfen wir den Axenstrang der Forelle mit dem des Hühnchens, wie ich oben gezeigt habe, gewiss vergleichen. Sofern aber der Primitivstreif, abgesehen von den in seinem Inneren sich vollziehenden histologischen Veränderungen, die erste, entlang der Axe des Embryo sich bildende isolirte und compacte Anlage eines intermediären Blattes darstellt, kann er im Forellenkeim ein Analogon nicht haben. Die Zellen des mittleren Keimblattes wandern beim Hühnchen eben von aussen ein und lagern sich ihre Theilproducte hauptsächlich längs der Embryonalaxe zwischen den beiden primären Blättern an. Der Forellenembryo aber besteht auch, was das mittlere Keimblatt anlangt, nie ausschliesslich oder vorwiegend aus dem späteren Axentheile. In der hinteren Parthie der Embryonalanlage wenigstens bestehen die Seitenplatten von Anfang an in bedeutender Mächtigkeit neben dem Axenstrange, der sich, wie wir gesehen haben, zeitlich ja nicht vor den Seitenplatten anlegt, sondern aus einer von Anfang an beide Theile des mittleren Blattes repräsentirenden Zellmasse sich bildet. Was LEREBOULLET als »bandelette primitive« zeichnet, entspricht einem Embryo von dem bereits sehr ausgebildeten Stadium, das unsere Figg. 11. oder 12. darstellen. Dasselbe dürfte von der von VOGT mit dem Primitivstreif verglichenen Embryonalanlage des Coregonus gelten. Ich befinde mich daher in der Auffassung des Axenstranges der Fische, was dessen Verhältniss zum Primitivstreif des Hühnchens betrifft, so ziemlich in Uebereinstimmung mit KUPFFER (l. c. p. 230—234).

Was die Entstehung der Urwirbel anlangt, so findet sich dies bezüglich eine mir sehr befremdliche Auffassung bei KUPFFER (l. c. p. 252). »Die Urwirbel«, sagt KUPFFER, »erscheinen in den Interstitien zwischen dem Horn- und mittleren Blatte. Bevor das erstere von der Oberfläche des Medullarstranges sich ablöst, bemerkt man schon deutlich eine Trennungslinie zwischen demselben Blatte und den Urwirbeln, vorher scheint Continuität dazusein, deshalb neige ich zu der Ansicht das Hornblatt als Ausgangspunct anzusehen.« KUPFFER will also die Urwirbel gar nicht vom mittleren sondern vom oberen Keimblatte ableiten. Diese Ansicht ist bei KUPFFER allerdings insofern nicht befremdend, als dieser Forscher das mittlere Keimblatt ja ebenfalls als ein Derivat des oberen ansieht, sie läuft aber dem thatsächlichen Entwicklungsvorgange, wie wir ihn vom Huhnchen, den Batrachiern und der Forelle kennen, gerade so zuwider, als die von KUPFFER für die Entstehung des mittleren Keimblattes aufgestellte Ansicht und muss ich die Richtigkeit beider daher auch für alle übrigen Knochenfische wohl für sehr problematisch halten. KUPFFER bildet zwischen dem Hornblatte und dem mittleren Keimblatte ein Interstitium seitlich vom Medullarstrange ab, dieses Interstitium erscheint auch bei der Forelle, aber erst in einem Stadium, in dem die Urwirbel bereits gebildet sind. Ein weiteres Interstitium zeichnet KUPFFER in seinen Figg. 14. und 33. zwischen dem mittleren Blatte und einer unter demselben gelegenen, den Dotter umkreisenden Schichte, die als unteres Keimblatt (Darmdrüsenblatt) bezeichnet wird. In diesem Raume liegen lose Zellen, die sich links und rechts längs des Embryo als »Embryonalsaum« nach rückwärts ziehen sollen und dort in den Keimsaum übergehen. Wir werden im Verlaufe der Schilderung weiterer Stadien im nächsten Kapitel sehen, dass KUPFFER hier wahrscheinlich ein Darmdrüsenblatt suchte, wo es nie eines giebt, jene losen Zellen können daher nur auf dem Dotter selbst gelegen sein und dürften Analoga der von mir in den oberflächlichsten Dotterlagen beschriebenen Zellen (Z') sein. Was ich bei der Forelle Embryonalsaum genannt habe ist nichts anderes als die Seitentheile des Embryo, die hinten, wo sie in den Keimwulst übergehen, dicker und breiter sind als vorn und sich daher dort besser unterscheiden lassen. Dasselbe dürfte unter dem Embryonalsaume Kupffer's zu verstehen sein, wenigstens was die Flächenbilder Fig. 7. 8. 10. anlangt, da er denselben hinten ja auch in den Keimsaum übergehen lässt, wie es bei der Forelle der Fall ist.

V.

Weitere Ausbildung der Urwirbel, des Darmes und der Kiemenhöhle, des Auges und Ohres, Entwickelung der Peritoneal- und Pericardialhöhle; der Kiemenspalten; des Herzens und der Urnierengänge.

Ich beginne diesen Abschnitt der Entwicklung mit einem Embryo vom 27. Tage mit 9 deutlich abgeschnürten Urwirbeln. Fig. 13. zeigt denselben im erhärteten Zustande und im auffallenden Lichte vom Rücken gesehen. Der Medullarstrang springt am Embryo fast der ganzen Länge desselben nach kielförmig vor. Er hört vorn mit einer Spitze etwas vor dem stumpfen Kopfende des Embryo auf, nach hinten verbreitert er sich und scheint in zwei flache, divergirende Wülste auszulaufen, die in der sehr vergrösserten Schwanzknospe *S*, beziehungsweise an deren Seiten, sich verlieren. Der ganze Embryo wird durch zwei auffallende, wie halbmondförmige Gebilde, welche an einer Stelle links und rechts dem Medullarstrange anliegen in zwei Abtheilungen gebracht, deren vordere etwas kürzer ist als die hintere.

Diese kleinen halbmondförmigen Gebilde entsprechen den Gehörorganen, die hier, zu beiden Seiten des Medullarstranges, mit der medialen Hälfte ihres Randes in Form zweier halbmondförmiger Wülste prominiren. Durch diese beiden Wülste ist der Embryo also in einen etwas kürzeren Kopftheil und etwas längeren Rumpftheil geschieden. Die Oberfläche des Medullarstranges trägt in der Mitte eine ganz seichte Rinne, die jedoch nicht bis an das vordere Ende des Stranges reicht und in der hinteren Rumpfhälfte, sowie zwischen den Ohren ganz verstrichen erscheint. Zwischen den Ohren und der Schwanzknospe erstreckt sich links und rechts vom Medullarstrange eine doppelte, nach aussen convexe Zone. Ich glaube die innere Hälfte dieser Zone für die der Urwirbelplatten halten zu dürfen, die äussere für die der Peritonealplatten. Im vorderen Theile des Rumpfes scheint sich die Zone der Urwirbelplatten *Uwz* etwas unter dem hier verbreiterten Medullarstrange zu verbergen, während die Zone der Peritonealplatten *ppZ* sich mehr in der Ebene der Keimhaut verliert. Am Kopftheile des Embryo ist die vorderste Parthie *pA* stark aufgetrieben, es ist dies die Stelle, an der die primitiven Augenanlagen sich im Innern befinden. Die Fig. 14. stellt denselben Embryo dar, nachdem er mit Terpentin aufgehellt war. Der Focus ist hierbei nicht auf die Oberfläche eingestellt und erscheinen daher in der Zeichnung die unteren Parthien des Medullartranges und der Urwirbel. Der Medullarstrang läuft im ganzen Rumpftheile gerade, im Kopftheile mehrfach geschlängelt. Hält man dieses Bild, auf das ich oben schon einmal verwiesen habe, mit den Durchschnittsbildern des Medullarstranges zusammen, welche die Figg. IX 2. und X 1. geben, so geht aus beiden hervor, dass der Medullarstrang des Kopfes zweierlei Krümmungen zeigt, die einen (Fig. 14.) laufen in der Horizontalebene, die anderen in Ebenen, welche quer durch den Embryo gelegt werden (cf. Fig. IX 2. und X 1.). Die vorderste Parthie des Kopftheiles zeigt links und rechts je einen rundlichen Körper durchscheinend, die primitiven Anlagen der Augen *pA*.

Was die 10 Urwirbelquertheilungen anlangt, so begannen dieselben hart hinter den Ohren und reichten nahezu bis zur Mitte des Rumpfes. Die Theilungsstriche der Urwirbel liefen nicht quer, wie in späteren Stadien, sondern schräg und divergirten die fünf vorderen der rechten und linken Seite nach vorn, die fünf hinteren nach rückwärts. Diese Anordnung der Quertheilungen war schon im vorigen Stadium vom 26. Tage bei ca. 6 Urwirbeln einigermassen ausgesprochen, später jedoch, wenn die Quertheilungen bis zur Schwanzknospe vorgeschritten sind, ja schon vorher, hat die schiefe Stellung der Urwirbel einer völlig queren Platz gemacht.

Ich beginne die Beschreibung der Durchschnitte durch den Embryo vom 27. Tage wieder wie bisher von hinten und zwar mit einem Schnitte Fig. XI 1. durch die vergrösserte Schwanzknospe (Fig. 13. *S*). Der Schnitt erinnert sehr an den in Fig. VII 3. vom 23. Tage aus der hintersten Rumpfgegend, nur ist er kürzer. Er stammt aus dem vorderen Theile der Schwanzknospe. Urwirbelplatten und Peritonealplatten sind hier nicht deutlich geschieden, ja selbst die Cylinderzellenschichte des mittleren Keimblattes ist nicht mehr deutlich ausgeprägt. Dagegen ist ein deutliches Sinnesblatt *s* vorhanden, das sich in der Mitte in einen kurzen Medullarstrang *Ms* fortsetzt. Dieser ruht nach unten auf einer mächtigen 7 Zellen hohen und 5 Zellen breiten ovalen Zellmasse auf, die sich durch einen deutlichen Contour vom Medullarstrange *Ms*, von den Seitenplatten des mittleren Keimblattes *m* und vom Darmdrüsenblatte *d* abgrenzt. Diese Zellmasse entspricht dem hinteren verdickten Ende der Chorda. Noch weiter nach hinten, wo der Medullarstrang aus der Organisation verschwindet, verliert sich diese Zellmasse diffus in die des mittleren

Keimblattes, mehr nach vorn verschmächtiget sie sich und endet in der Gegend des Ohres in eine stumpfe Spitze.

Wir haben im vorigen Capitel gesehen, dass die Chorda sich nach vorn verlängert, wir sehen hier, dass sie sich ebenso nach rückwärts immer weiter aus der Masse des mittleren Keimblattes herausschält, in der sie, in der Schwanzknospe, gleichsam wurzelt. Das letztere ist auch der Fall mit dem unteren Keimblatte, das hier in eine Region reicht, in der wir es früher (cf. Fig. VII 2.) nicht abgegrenzt fanden. Das Darmdrüsenblatt ist im Ganzen hier einschichtig, nur in der Mitte ist es zweischichtig und umschliessen seine beiden Schichten wie eine schmale halbmondförmige Spalte. Diese Spalte, welche durch eine Umstülpung des mittleren Theiles des hinteren Endes des Darmdrüsenblattes nach unten und vorn und durch ein geringes Auseinanderweichen beider Lamellen bedingt scheint, stellt nichts anderes als den Enddarm dar. Die Einleitung zur Bildung des Enddarmes geschah schon am 25. Tage, der Spalt war aber hier noch sehr undeutlich, so dass ich es vorzog denselben erst vom 27. Tage abzubilden.

Ein Durchschnitt durch die Urwirbelregion desselben Embryo Fig. XI 2. zeigt folgende Verhältnisse: Links und rechts vom Medullarstrange *Ms* liegt unter dem Sinnesblatte *s* je eine rundliche oder etwas ovale Zellmasse, an der man eine einfache periphere Schichte von mehr länglichen und einen Kern oder eine Ausfüllungsmasse von rundlich-polygonalen Zellen unterscheiden kann. Diese Gebilde sind nichts anderes als Urwirbel *uw*. Nach aussen von den Urwirbeln liegt aber zwischen diesen (*uw*) und den kurzen Peritonealplatten (*pp*) eine zweite Zellmasse, welche den Urwirbeln mit einem concaven Contour anliegt, an die Zellen der Peritonealplatten aber mit einem convexen Contour stösst. Diese lateralen Zellmassen könnten, zusammen mit den Peritonealplatten wenigstens, für das Analogon der Remak'schen Seitenplatten gehalten werden. es könnten die Peritonealplatten dem Peritonealepithel des Hühnchens entsprechen, jene zwischen dem medialen Ende der Peritonealplatten und den Urwirbeln gelegenen Zellmassen dem Reste der Seitenplatten des Hühnchens, oder wenigstens den Mittelplatten, d. h. dem Bogenstücke, mittelst dessen nach dem Auftreten des Spaltes im mittleren Keimblatte die Hautmuskelplatte in die entsprechende Darmfaserplatte umbiegt. Diese letztere Analogie hätte insofern wenigstens ihre Berechtigung, als die Peritonealhöhle bei der Forelle nur durch das Auseinanderweichen der Peritonealplatten entsteht, es steht ihr aber zunächst ein gewichtiges Bedenken entgegen. Wir ersehen aus der Fig. 14, dass die Urwirbeltheilungen nicht senkrecht zur Medianebene des Embryo stehen, sondern die vorderen Theilungslinien nach vorn, die hinteren nach hinten divergiren. Es ist daher zu erwarten, dass auf Querschnitten durch die Urwirbelregion stets zwei Urwirbel zugleich getroffen werden. Auf einem solchen Querschnitte müssten überhaupt sämmtliche Urwirbel schräg getroffen sein und es müssten zwei solcher Schrägquerschnitte von Urwirbeln auf jeder Seite des Medullarstranges nebeneinander liegen. Nach dieser theoretischen Construction könnte jene zweite Zellmasse zwischen den Peritonealplatten und dem unzweifelhaften Urwirbel einem Durchschnitte des vor oder hinter diesem gelegenen Urwirbels entsprechen, ja man wird zugeben müssen, dass diese Deutung absolut richtig sei, sobald man sich nur von der schrägen Stellung der Quertheilungslinien der Urwirbelplatten überzeugt hat. Es bleibt also nur mehr die Frage zu erörtern, ob zwischen dem medialen Ende der Peritonealplatten und der lateralen Fläche der Urwirbel überhaupt noch eine Zellmasse liegt, welche weder diesen noch jenen angehört. Ich kann auf diese Frage nicht sofort eingehen, sondern werde erst dann ihre Lösung versuchen, wenn ich die Details der Durchschnitte durch die Region der Urwirbel aus älteren Embryonen geschildert haben werde.

Ich wende mich unterdessen zur vorderen Region des Embryo, zu jenem Abschnitte, der später durch die Kiemenhöhle ausgezeichnet ist. Hier treffen wir zunächst überall im Bereiche der ersten Anlage der Kiemenhöhle ein doppelschichtiges unteres oder Darmdrüsenblatt. Der Durchschnitt Fig. XI 3. gehört der Gegend unmittelbar vor dem Ohre an und trifft vor das Kopfende der Chorda. Vor allem sehen wir in dieser Region sehr spärlich entwickelte Kopfplatten *kp*, kurze Peritonealplatten oder wie ich sie hier nennen muss Pericardialplatten, da wir uns in einer Gegend befinden, die später in Beziehungen zum Herzen steht. Die Pericardialplatten sind hier auseinander gewichen und schliessen jederseits eine quer-längliche, spaltförmige Höhle ein, die ich als die paarige Pericardialhöhle *Pc* bezeichnen muss, obwohl ein Herz hier noch gar nicht existirt, selbst nicht in der allerprimitivsten Form. Die Gründe hierfür werden bei der Entwicklung des Herzens selbst besprochen werden.

Die Spalte in den als Pericardial- oder Peritonealplatten bezeichneten doppelten Zellreihen des lateralen Theiles des mittleren Keimblattes trat an einer etwas weiter hinten im vorderen Rumpftheile gelegenen Gegend schon am 26. Tage auf und verlängerte sich von da ab successive nach vorn zunächst und dann nach rückwärts; es bilden sich also die Pericardialhöhlen eher aus als die Peritonealhöhlen, d. h. die Spaltung im lateralen Theil des mittleren Keimblattes schreitet viel rascher nach vorn vor als nach rückwärts.

Eine weitere auffällige Veränderung gewahren wir am Darmdrüsenblatte. Links und rechts an einer Stelle, welche dem Uebergangspuncte der Pericardialplatten in die Kopfplatten entspricht, ist dasselbe zweischichtig. Die obere Schichte des Darmdrüsenblattes ist verdickt und wie in einen Wulst erhoben, der dadurch hervorgebracht scheint, dass die Zellen der oberen Reihe zu langen Kegeln ausgezogen sind, welche ihre Spitzen nach unten, ihre Grundflächen nach oben kehren und so einen rundlichen Vorsprung gegen das mittlere Keimblatt bilden, der gerade an die Uebergangsstelle zwischen Kopf- und Pericardialplatten sich anlagert. Dieser Vorsprung der oberen Zellreihe des doppelschichtigen Darmdrüsenblattes ist der Durchschnitt eines Wulstes, der in der Ohrgegend beginnt und successive an Höhe zu- an Breite abnehmend, sich bis in die Gegend der Augen erstreckt. Er hat stets die Kopfplatten an seiner inneren, die Pericardialplatten an seiner äusseren Seite und stösst mit seiner Kuppe oder stumpfen Kante überall an die Stelle, wo diese beiden ineinander übergehen. Diese nach oben sich bildende Vorragung *Kh* des Darmdrüsenblattes *d* ist die erste Anlage der Kiemenhöhle, die — sit venia verbo — also im Anfange, wie die Ohren- und Augenblase, ein solides Gebilde ist, das eine Höhle erst sehr lange Zeit nach dem Auftreten der Kiemenspalten bekommt.

Bevor ich auf die weiteren, untergeordneteren Details dieses Schnittes eingehe, will ich die Verhältnisse der Kiemenhöhle und des mittleren Keimblattes in der Augengegend besprechen. Die Kiemenhöhle, wie ich nun einmal der Kürze halber mich ausdrücken will, ist hier ein nach oben und aussen gehender Ausläufer des Darmdrüsenblattes, der auf dem Durchschnitte Fig. XI 4. eine Schleife darstellt, deren beide Schenkel eng aneinanderliegen. Die Schleife geht den Kopfplatten entlang nach auf und auswärts und endet an der Uebergangsstelle der medialen vereinigten Enden der oberen und unteren Pericardialplatte in die Kopfplatte. Die obere Pericardialplatte *opp'* liegt dem Sinnesblatte an, das hier, wo es von dieser auf die Kopfplatten übergeht, eingeknickt ist, indem der Kopf des Embryo hier tief in den Dotter versenkt ist. Deshalb steht auch die Pericardialspalte hier nicht quer wie in Fig. XI 3. sondern schräg (Fig. XI 4. *Pc.*) Das Darmdrüsenblatt *d* ist wie in Fig. XI 3. blos von der unteren Pericardialplatte *upp'* bedeckt. Die letztere muss also den Knick, mit welchem der Kiemenhöhlentheil des Darmdrüsenblattes, oder der absteigende Schleifenschenkel desselben, in den lateralen Theil übergeht, mitmachen um endlich, wo am Rande des Embryo das obere und untere Keimblatt sich einander nähern, wieder in Contact mit der oberen Pericardialplatte *opp'* zu gelangen. Später allerdings trennen sich die medialen Enden der Pericardial- wie der Peritonealplatten von den Kopfplatten ab und verschmelzen mit einander im Bogen, so dass man nicht mehr mit Sicherheit sagen kann, wo, bei den vielen Veränderungen in der Lage dieser Platten, die ursprünglich mit den Kopfplatten zusammenhängende Stelle nunmehr zu suchen sei.

Der Durchschnitt Fig. XI 4. zeigt ausser der Kiemenhöhle noch die Augen und zwar sind dieselben hinter dem Sehnerven getroffen. Sie erscheinen auf diesem Durchschnitte wie zwei neben dem Medullarstrange gelegene, aus länglichen, radiaer angeordneten Zellen bestehende Blasen, die mit lockergefügten kleinen rundlich-polygonalen Zellen angefüllt sind. Die primitiven soliden Augenknospen sind im Begriffe hohl zu werden. Ausserdem ist, wie die successiven Schnitte durch diese Gegend zeigten, ein doppelter Einschnürungsprocess bereits eingeleitet, nämlich zwischen dem noch soliden Sehnerven und dem Medullarstrange einerseits und zwischen den Augenknospen oder den künftigen primitiven Augenblasen und ihren Stielen, den Sehnerven, anderseits.

Der Medullarstrang *Ms* erscheint auf den Durchschnitten Fig. XI 2. und 3. gekrümmt. Neben ihm liegen überall an den concaven Seiten desselben Massen rundlich-polygonaler Zellen, die sich durch eine sie einfassende und aus ganz dünnen spindelförmigen Zellen bestehende Kapsel *Mkp* als noch dem Medullarstrange angehörig erweisen. Es erscheint nämlich der Medullarstrang von nun ab im Kopftheile von einer plattzelligen Kapsel eingefasst, die ich die Kapsel des Medullarstranges nennen will. Ihre Zellen sind jedoch nicht immer deutlich von den übrigen der Kopfplatten unterschieden. Die eben erwähnten Zellmassen an den concaven Stellen des Medullarstranges entsprechen, wie ich annehmen muss, einem Schrägquerschnitte des letzteren, der sich dadurch erklärt, dass, wie Fig. 14. zeigt, der Medullarstrang in seinem unteren Theile auch Krümmungen in horizontaler Ebene macht. Trifft nun der Schnitt auf die Convexität einer solchen Krümmung, so muss neben einem ziemlich guten Querschnitte des Medullarstranges ein Schrägquerschnitt desselben liegen, in den der erstere successive übergeht. Soviel zur Erklärung der eigenthümlichen Bilder, welche der Durchschnitt des Medullarstranges oft bietet.

Ich gehe auf das nächste Stadium vom 28. Tage über. Anknüpfend an die zuletzt geschilderten Schnitte will ich diesmal vom Kopf aus die entsprechenden Durchschnitte zu beschreiben beginnen. Vom Gesammtbilde des Embryo von diesem Tage will ich nur hervorheben, dass er etwas weniges länger war als am 27. und im Durchschnitte etwa 15 Urwirbel aufwies, deren Theilungsebenen nunmehr fast ganz senkrecht zur Längsaxe des Embryo verliefen. Der Schnitt Fig. XII 1. trifft die hintere Parthie der Augenblasen (*Ab*). Dieselben erscheinen auf allen Durchschnitten als hohle, aus Cylinderzellen gebildete, etwas von oben nach unten zusammengedrückte Blasen, die nur von wenigen anastomosirenden Zellen erfüllt sind. Es fiel bei dieser Schnittserie auf, dass die Augenstiele in einem der vordersten Schnitte durch die Augen getroffen erscheinen, dieselben also am vorderen Theile der Augenblasen sich inserirten. Dies stimmt ganz mit einer Beobachtung Kupffer's am Embryo von Gasterosteus (l. c. Fig. 9, 12, 13, 14, 31.) und von Gobius niger (Fig. 30. l. c.), nach welcher die Sehnerven bei diesen Fischen von vorn nach hinten und aussen laufen und sich in den vorderen Theil der Augenblasen inseriren, die also wie nach rückwärts gezogen erscheinen. Noch auffälliger war dies in späteren Stadien z. B. vom 30.—33. Tage, wo die Linse sich einzustülpen begann, so zwar, dass hier ein Schnitt, der die Austrittsstelle des Sehnerven aus dem Gehirn und die Eintrittsstelle desselben in die Augenblase zugleich trifft, die Linse gar nicht mehr oder blos am Rande berührte. Ich muss diese auffällige Veränderung in der Insertionsstelle der Sehnerven an der Augenblase auf Rechnung von Wachsthumserscheinungen sowohl im Prosenkephalon als in der Augenblase bringen. Aehnliche Wachsthumsvorgänge müssen im ganzen Gehirn stattgefunden haben, wie die grössere Anzahl der aus demselben erhaltenen Schnitte bezeugte. Auf Rechnung solcher im hinteren Theile des Prosenkephalon und im vorderen des Mesenkephalon scheint es zu kommen, dass unser Schnitt Fig. XII 1., im Gegensatze zu dem Fig. XI 4., von der Kiemenhöhle keine Spur mehr und ebensowenig eine Pericardialhöhle zeigt; das vordere Ende derselben scheint sich also gewissermassen nach rückwärts zurückgezogen zu haben.

Der gerade Medullarstrang *Ms* ist auf diesem Schnitte fast so schmal, wie auf den entsprechenden Schnitten früherer Stadien. Er besteht in seiner ganzen Höhe aus zwei Reihen cylindrischer, fast spindelförmiger Zellen. In der oberen Hälfte sind zwischen diese Zellen noch andere in einfacher Reihe eingeschaltet, unten fehlen dieselben und erscheinen die Spindelzellen einander bis zur Berührung genähert. Es hat jedoch den Anschein, als seien dieselben im Auseinanderweichen begriffen, indem stellenweise Lücken zwischen denselben auftreten. Wir befinden uns nämlich bereits in einem Stadium, in welchem der solide Medullarstrang hohl zu werden beginnt. Der Medullarstrang ist mehr und mehr in seiner ganzen Ausdehnung längs des Embryo auf zwei Zellreihen reducirt, welche den früheren äussersten Cylinderzellenschichten des Sinnesblattes oder des Medullarstranges entsprechen. Hierbei scheint, wie häufige zerrissene Ausfüllungsmassen des späteren Medullarrohres zeigen, eine Masse von Zellen im Inneren des Medullarstranges zu Grunde zu gehen, eine Erscheinung, der wir öfter beim Hohlwerden solider Organe im Verlaufe der Entwicklung der Forelle begegnen (so beim Auge und Ohre). Nach aussen geht die oberste Zelllage des Medullarstranges in das Sinnesblatt über, das sich als einfache Reihe jetzt mehr platter Zellen unter dem Hornblatte hinzieht und am Rande des Embryo in die untere der beiden Schichten des künftigen Dottersackes fortsetzt, dessen Schluss am hinteren Leibesende von nun ab in einigen Tagen sich vollzog[1]. Der ganze Medullarstrang ist links und rechts von einer mit den Kopfplatten *Kp* verbundenen plattzelligen Kapsel eingefasst (*Mkp*). Zwischen dieser und dem Medullarstrange, d. h. dessen Spindelzellenwänden, erscheint jederseits ein spaltförmiger Raum, der wie von zerrissenen Zellen erfüllt erscheint. Ich kann nicht beurtheilen, ob dieses maschige Zwischengebilde nicht zum Theil wenigstens einem Kunstproducte entspricht, jedenfalls gehört es noch dem Medullarstrange an. Es erschien auf Schnitten, an welchen, wie in Fig. XI 3., der Medullarstrang Krümmungen zeigte, viel breiter, gleichsam in einem Schrägquerschnitte oder annäherungsweise in einem Flächenschnitte. An die Kapsel des Medullarstranges stossen links und rechts die medialen Wände der beiden Augenblasen. Die Kopfplatten *kp* umgeben dieselben noch von allen Seiten fast vollkommen, die Augenblasen stossen also noch immer nicht an das Sinnesblatt. Die Kopfplatten stellen links und rechts vom Medullarstrange zwei dreieckige Massen theils rundlich-polygonaler, theils sternförmiger, wie anastomosirender Zellen dar; unter dem Medullarstrang scheint sich von den Kopfplatten blos die plattzellige Kapsel des Medullarstranges hinzuziehen. Nach aussen an die Kopfplatten grenzt links und rechts je eine spindelförmige Zellmasse, die nach aussen und oben und nach innen und unten in eine feine Spitze ausgezogen aufhört und den Medullarstrang unten nicht umgreift. Ich glaube nicht zu irren, wenn ich diese beiden Zellmassen für das vorderste ungespaltene Ende der Pericardialplatten halte und habe ich dieselben daher mit dem Zeichen *pp'* versehen. Demnach muss ich die unterhalb derselben befindliche und in der Mitte an den Medullarstrang stossende, doppelte Schichte spindelförmiger Zellen *d* für dem Darmdrüsenblatte angehörig betrachten. Diese Zellschichte stellt also das vordere Ende des noch soliden Vorderdarms vor, d. h. dieses und der Kiemenhöhle.

---

[1] Ich muss bemerken, dass die Cylinderzellenschichte des Sinnesblattes, welche mit dem Hornblatte die Decke der Keimhöhle bildet, sich im Verlaufe der Umwachsung des Dotters zu einer Schichte platter Zellen verwandelt, ganz wie die des Hornblattes selbst sind.

Auf den nun folgenden Schnitten waren die Augenblasen verschwunden und statt derselben trat die Kiemenhöhle auf. Sie war repräsentirt durch eine solide faltenartige Ausstülpung des Darmdrüsenblattes. Dasselbe war in die Kopfplatten eingewuchert, reichte aber noch nirgends bis an das Sinnesblatt hinauf (cf. Fig. XII 2. *Kh*). Die Kiemenhöhle grenzte entweder unmittelbar medialwärts an die Kapsel des Medullarstranges und lateralwärts an eine einfache plattzellige Schichte um das mittlere Keimblatt, welche später zu einer eigenen Kapsel des Darmes wird und an die Pericardialplatten stösst oder es trat zwischen der Kapsel des Medullarstranges und der Kiemenhöhle und zwischen dieser und den Pericardialplatten je eine doppelte Zellschichte auf, die den Kopfplatten angehört und über dem dorsalen Ende der beiden Hörner der Kiemenhöhle continuirlich wegzieht. Das Letztere war der Fall unmittelbar vor dem Kopfende der Chorda. Es schien hier, als ob eine Zellschichte die Kiemenhöhle an einer Stelle aussen zu umwachsen beginne. Ich mache auf diesen Zellstreifen schon jetzt aufmerksam, da von ihm aus die Bildung einer später zwischen unterer Fläche des Vorderdarms und dem Dotter liegenden Zellmasse ausgeht, die wir in die innigsten Beziehungen zur Bildung des Herzens und der grossen Gefässe treten sehen werden.

Die Pericardialplatten erschienen an allen diesen Schnitten wie auf dem Fig. X 2. und XI 1. nicht mehr horizontal gestellt, sondern mehr oder weniger annäherungsweise senkrecht (cf. Fig. XII 2.) und zwar schien es, als seien sie einfach um gegen 90° gedreht, so dass ihre medialen, in einander umbiegenden Enden nun nach unten und innen zu stehen kamen, die lateralen sich aneinanderlegenden Enden aber nach oben und etwas nach aussen. Dabei war überall in der ganzen Kopfregion und etwas darüber hinaus zwischen oberer und untererPericardial- oder Peritonealplatte ein Spalt aufgetreten, der den paarigen seitlichen Leibeshöhlen entsprach, die in ihrem vorderen Theile zur Pericardialhöhle, in ihrem hinteren zur Peritonealhöhle werden. Die Umbiegungsstelle der oberen in die untere Pericardialplatte und der mediale Theil dieser letzteren war aber überall noch vom Darmdrüsenblatte überzogen (cf. Fig. XII *d*), da der Darm noch nirgends hier zu einem Canal geschlossen ist, sondern mit seiner späteren inneren unteren Oberfläche dem Dotter direct aufliegt.

Die Chorda begann auf einem noch vor dem Ohre gelegenen

Durchschnitte als ein im Querschnitte durch blos eine scharfumrandete, wie abgekapselte Zelle repräsentirtes Gebilde. In der Gegend des Ohres schien sie im Querschnitt wie aus 6—7 radiaer angeordneten Zellen zu bestehen. Fig. XII 2. stellt einen solchen Durchschnitt dar. Wir haben auf demselben fast die nämlichen Verhältnisse wie auf den vorhin summarisch beschriebenen Schnitten. Ein Unterschied wird nur durch die Anwesenheit der Ohrbläschen hervorgerufen. Diese stellen eigentlich hier hohle Einstülpungen des Sinnesblattes in die Kopf- oder Urwirbelplatten dar, die im Inneren auf diesem Schnitte leer erschienen, während sie auf anderen noch Zellrudimente enthielten (cf. Fig. XIV 2.). Zu Bläschen werden sie erst durch die über ihre Oeffnung wegziehende Epidermis, die sogar oft in dieselben wie mit einer kurzen Falte hineinhängt. Die Zellen, aus denen diese Einstülpungen des Sinnesblattes bestehen, zeigen untereinander einen auffallenden Grössen- und Formenunterschied; am Grunde derselben sind sie kurz und klein, in der Nähe der Uebergangsstellen in den medialen und lateralen Theil des Sinnesblattes gross und cylindrisch. Die Form der das Ohr darstellenden Einstülpung des Sinnesblattes ist eine spitzwinklige und stehen beide Schenkel des Winkels schief zur Medianlinie des Durchschnittes.

Zwischen Ohr und Medullarstrang schiebt sich die Kapsel des letzteren ein, zwischen Ohr und Kiemenhöhle erblickt man ebenfalls Zellen der Urwirbelplatten. Das obere Ende der Pericardialhöhlen wird offenbar durch das Ohrbläschen etwas nach aussen gedrängt. Das Darmdrüsenblatt zieht sich hier um die Umbiegungsstelle der oberen in die untere Pericardialplatte herum und längs der ganzen Ausdehnung der letzteren auf dem Dotter hin; es reicht also hier weiter nach aussen als auf den vorigen Schnitten durch die Kiemenhöhle. Auffallend ist auf diesem Schnitte im Vergleiche zu dem Fig. X 1. die grössere Breite des Medullarstranges, die in der oberen Hälfte durch zwischen die beiden Reihen wandständiger Cylinder- oder Spindelzellen eingeschobene Zellen, in der unteren Hälfte durch Lücken zwischen den ersteren hervorgebracht wird. Ferner fällt der Unterschied in dem Durchmesser und dem Gefüge der Chorda auf. Letztere ist auf Fig. X 1. grösser und noch nicht so deutlich gegen die übrigen Zellen des mittleren Keimblattes abgegrenzt. Auf Fig. XII 2. zeigte sie schon deutlich das Ansehen jungen Zellknorpels. Ihre feingranulirten Zellen waren zwar blos durch sehr feine Contouren getrennt, nach aussen aber hatten sie eine sehr scharfe Begrenzung, die fast an eine Art von structurloser Kapsel gemahnte.

Die Schnitte durch die Urwirbelregion boten sehr verschiedene

Bilder dar. Ich greife zunächst einen solchen etwas hinter der Mitte des Rumpfes heraus, da sich derselbe an den in Fig. XI 2. abgebildeten eng anschliesst und am ehesten einen Anhaltspunct zum Vergleiche giebt. Dieser Schnitt Fig. XII 4. zeigt in der Mitte die Durchschnitte der Chorda *Ch* und des Medullarstranges *Ms*, links und rechts von letzterem befindet sich je ein Durchschnitt eines Urwirbels *uw* und lateralwärts von diesem liegt jederseits eine Zellmasse, welche nach oben an das Sinnesblatt, nach aussen an die bogenförmig ineinander umbiegenden, verdickten, medialen Enden der kurzen Peritonealplatten, nach unten an das Darmdrüsenblatt stösst. Eine solche Zellmasse zwischen Urwirbelquerschnitt und Peritonealplatten haben wir schon auf dem Durchschnitte Fig. XI 2. aus dem vorigen Stadium kennen gelernt. Ich habe dort darauf aufmerksam gemacht, dass diese Zellmasse sicher dem schrägen Durchschnitte eines zweiten Urwirbels entspricht, ob ganz oder blos zum Theil, das musste ich unausgemacht lassen. In diesem Stadium vom 28. Tage kann man wohl kaum mehr daran denken, jene intermediäre Zellmasse ganz als den Durchschnitt eines Urwirbels zu betrachten, da die Theilungsebenen der Urwirbel jetzt schon fast genau senkrecht auf der Medianebene stehen. Jene intermediäre Zellmasse ist oben, zwischen Urwirbel *uw* und Peritonealplatten *pp'* am dünnsten, indem sie sich hier blos mit einer doppelten oder einfachen Zellreihe einschiebt; ja an gewissen Schnitten des nächsten Stadiums werden wir sie gar nicht mehr in diese Gegend hinaufreichen sehen (cf. Fig. XIII 3.). Es stossen also nach der völligen Querstellung der Urwirbel die Durchschnitte derselben, welche dicht neben dem Medullarstrange liegen, gleich an die mediale Parthie der Peritonealplatten, ein Theil der vorher zwischen diesen und den Urwirbeln gelegenen Zellmassen hat sich jetzt unter dieselben eingeschoben und füllt einen dreieckigen Raum aus zwischen unterer äusserer Fläche der Urwirbel, unterer innerer der Peritonealplatten und oberer des Darmdrüsenblattes. Wir werden aus dieser Zellmasse sehr bald eine links und rechts unter den Urwirbeln, nächst der Medianebene gelegene, im Durchschnitte rundliche Zellmasse hervorgehen sehen, welche als wahre Darmfaserplatte, sensu verbi penitiori, das Stroma für die Urniere und den Darm liefert.

Gehen wir von diesem Schnitte über auf einen weiter vorn gelegenen Fig. XII 3. Es fällt an diesem Schnitte vor allem auf, dass die grosse intermediäre Zellmasse zwischen Urwirbel und medialem Theil der Peritonealplatten fehlt. Wenn ich die successiven Schnitte durch den Embryo von dem in Fig. XII 2. bis zu dem in Fig. XII 3. durchmustere, so sehe ich jene intermediäre Zellmasse (*iZ*) successive niedriger und schmächtiger werden, bis sie endlich verschwindet und der Querschnitt des mittleren Keimblattes nur mehr aus den Urwirbeln und den Peritonealplatten besteht. Als vordersten Ausläufer jener intermediären Zellmasse glaube ich daher eine kurze doppelte Zellschichte ansehen zu müssen, die in Fig. XII 3. zwischen Urwirbel *uw*, Peritonealplatten *pp*, Darmdrüsenblatt *d* und Chorda *ch* eingekeilt liegt. Die obere Schichte dieser kleinen Zelllage geht über in die äusserste Schichte der Urwirbel oder legt sich an die letzteren doch an, die untere, eine Umbiegung der oberen nach unten und aussen, liegt auf dem medialen Theile der oberen Peritonealplatte.

Die beiden Peritonealplatten *pp* sind hier, wo die Kiemenhöhle aufgehört hat, wieder mehr quer gestellt und weichen jederseits auseinander um die Peritonealhöhlen *Pt* zu bilden. Auf dem Schnitte Fig. XII 4. stehen sie fast ganz quer und liegen noch fest aneinander, wie durch den ganzen übrigen Theil des Rumpfes. Geht man mit den Querschnitten von dem in Fig. XII 4. dargestellten nach rückwärts, so treten erst Schnitte auf ähnlich dem in Fig. XI 2., dann solche wie in Fig. VIII 2. oder 3., d. h. erst solche an denen wegen der Schrägstellung der Urwirbel stets deren zwei zugleich getroffen scheinen und von denen der äussere sich von der intermediären Zellmasse (cf. Fig. XII 4.) nicht gut trennen läst, dann folgten solche Schnitte an denen die Urwirbel noch nicht der Länge nach, also von den Peritonealplatten, getrennt waren. Es lässt sich demnach bisher soviel feststellen, dass das auf Fig. XII 4. als intermediäre Zellmasse (*iZ*) bezeichnete Gebilde mit den Urwirbeln wenigstens eines Ursprunges ist und zwar aus jenem Theile des mittleren Keimblattes entsteht, der zwischen dem Medullarstrange und den Peritonealplatten liegt und in Fig. VIII 2. und 3. als Urwirbelplatte bezeichnet wurde. In der mittleren Region des Rumpfes scheinen die Urwirbel und die intermediären Zellmassen sich fast gleichzeitig zu bilden und es lässt sich daher nicht angeben, ob die letzteren als ein Derivat der ersteren anzusehen seien oder aus einer eigenen neben und nach aussen von denselben gelegenen Zellmasse abstammen. Für die Richtigkeit der ersteren Annahme werde ich später einige weitere Anhaltspuncte beibringen.

Ich will hier nur noch auf eines aufmerksam machen, nämlich auf eine kleine Zellgruppe *as* in Fig. XII 4. zwischen Chorda und dem mittelsten Theile des Darmdrüsenblattes, welche ich für die Anlage der primitiven Aorta halten muss. Auf den Schnitten durch den mittleren Rumpftheil besteht diese solide Anlage blos aus zwei nebeneinander gelagerten Zellen, auf jenen etwas hinter dem Ohre, wie in Fig. XII 3., lagen 3 bis 4 Zellen beisammen, theilweise auch übereinander. Weiter nach vorwärts konnte ich diese Zellgruppe nicht deutlich verfolgen. Auf den hintersten Schnitten verlor sie sich mit der Chorda in der Zellmasse des mittleren Keimblattes. Woher die Zellen dieses Aortenstranges kommen, kann ich nicht mit Sicherheit angeben, es scheint mir jedoch das Annehmbarste, dass sie aus dem Axenstrange selbst stammen und nur im Anfange sich unter demselben oder unter der noch nicht deutlich differenzirten Chorda von den Zellen des Darmdrüsenblattes nicht unterscheiden lassen. Ich vermuthe daher, dass überall dort, wo ich angab, dass der Theil des Darmdrüsenblattes, dem unmittelbar die Chorda aufliegt, drei Zellen hoch sei[1]), die obersten Zellen der primitiven Anlage der Aorta angehörten. An sagittalen Medialschnitten aus Embryonen, an denen die Chorda bereits ein deutlich und scharf ausgeprägtes Gebilde darstellt, sieht man unterhalb derselben, zwischen ihr und dem Darmdrüsenblatte, eine nach unten und oben deutlich abgegrenzte, einfache Zellreihe hinlaufen mit durch den Carmin sehr prononcirt gefärbten Kernen, ich muss diese Zellreihe als Aortenstrang bezeichnen, da ein Lumen in derselben auf Querschnitten nicht ersichtlich ist; ein solches trat jedoch später entschieden als ganz enger querovaler Hohlraum auf.

Am 29. Tage entstand die erste Kiemenspalte und zwar in der vorderen Ohrgegend. Fig. XIII 1. stellt einen Schnitt dar, der etwas vor dem in Fig. XII 2. gelegen ist. Derselbe zeigt die vordere Wand der Ohrbläschen *Ob*, die in die Schnittebene gefallen ist. Unter den Ohrbläschen liegen zwei dreieckige Zellmassen, welche den Urwirbelplatten *up* angehören und bis an die Chorda reichen, die sie an zwei gegenüberliegenden Stellen berühren. Nach aussen von diesen liegt jederseits eine doppelte Zellreihe *Kh*, die schräg nach innen und unten herabsteigt und sich als die vorhin (Fig. XII 2.), als Anlage der Kiemenhöhle beschriebene solide, faltenartige Einwucherung des Darmdrüsenblattes *d* in die Urwirbelplatten *up* präsentirt. Vorhin reichte die bogenförmige Uebergangsstelle beider Zellreihen nicht bis an das Sinnesblatt, jetzt (Fig. XIII 1.) hat sie das mittlere Keimblatt und das Sinnesblatt durchbrochen und geben die beiden Zellreihen nicht mehr bogenförmig in einander über, sondern sie klaffen unter dem Hornblatte auseinander und schliessen sich, die eine medialwärts die andere lateralwärts an die Zellen des Sinnesblattes an, so dass sie sich förmlich in das letztere fortsetzen.

Durch das Auseinanderklaffen der oberen Enden der beiden Zellreihen des Kiemenhöhlenfortsatzes des Darmdrüsenblattes unter dem

---

[1]) cf. pg. 41. und 55. im IV. Cap. dieses Aufsatzes etc.

Hornblatte ist die erste Anlage einer Kiemenspalte *Ksp* eingeleitet; dieselbe ist somit noch eine sehr enge seichte Spalte, welche von einer Einsenkung der Epidermis ausgekleidet wird und also durchaus nicht das den Embryo umgebende Medium in directen Contact mit dem Darmdrüsenblatte treten lässt. Eine Kiemenhöhle existirt überhaupt noch nicht, vielmehr bleiben die späteren Wände derselben noch lange in gegenseitiger Berührung und weichen nur nach und nach immer weiter auseinander, indem die Spalte von aussen nach innen immer weiter vordringt. Hierbei wächst die Epidermis immer weiter in die Spalte hinein, so dass also in derselben Hornblatt und Darmdrüsenblatt mit ihren Flächen in ausgedehnte Berührung kommen (cf. Fig. XV 2.). — Die übrigen Details des Durchschnittes Fig. XIII 1., glaube ich, sind von selbst klar, nach dem was ich über den in Fig. XII 2. abgebildeten vorhin gesagt habe; ich verweise daher einfach auf die Tafelerklärungen.

Fig. XIII 2. stellt den Uebergang der Kiemenhöhle in den hinter derselben gelegenen Theil des Vorderdarms dar. Das Darmdrüsenblatt *d* läuft unter der Chorda *Ch* nach aussen und etwas nach oben, biegt dann um und steigt nach innen und unten herab gegen die Medianlinie, ohne sie jedoch zu erreichen. Auf dem Dotter angelangt biegt es nach aussen und oben um und läuft zwischen Dotter und unterer Peritonealplatte nach aussen bis an die Stelle, wo die lateralen Enden der zur Bildung der Bauchhöhle auseinandergewichenen Peritonealplatten sich wieder berühren. Die Urwirbelplatten *up* erstrecken sich hier zum ersten Male, wenn man die Schnitte durch den Embryo von der Kopfspitze an verfolgt, bis an die Seitenflächen der Chorda, indem sie einen Fortsatz nach innen und unten in den Winkel zwischen Darmdrüsenblatt und Medullarstrang hineinsenden. Von dem Winkel, den die untere Fläche der Urwirbelplatten mit dem sich nach unten und innen umbiegenden Darmdrüsenblatte bildet, gehen die beiden Peritonealplatten aus und weichen auseinander um die Peritonealhöhle *Pt* zu bilden. Die obere Peritonealplatte läuft an der unteren Fläche der Urwirbelplatten nach aussen und etwas nach auswärts, überschreitet die laterale Grenze derselben und zieht dann unter dem Sinnesblatte entlang noch eine Strecke nach aussen, bis ihr laterales Ende auf das der unteren Peritonealplatte stösst. Diese schlägt sich an ihrer Ausgangsstelle von dem Winkel zwischen Urwirbelplatte und Darmdrüsenblatt auf die äussere und dann obere Fläche des letzteren um, das sie auf allen seinen krummen Wegen begleitet. Die Urwirbelplatten *up*' bilden auf jeder Seite des Medullarstranges je eine dreieckige Zellmasse. Dieselbe steckt mit ihrer oberen Ecke in dem Winkel zwischen lateralem Theil des Sinnesblattes und dem Medullarstrange, in den das letztere sich oben noch immer direct fortsetzt. Von den beiden unteren Ecken schiebt sich, wie schon erwähnt, die mediale zwischen Darmdrüsenblatt und Medullarstrang bis an die Chorda vor, die laterale aber dringt zwischen oberer Peritonealplatte und Sinnesblatt ein. Aus diesem lateralen unteren Fortsatze entwickelt sich sehr bald eine zwischen Sinnesblatt und oberer Peritonealplatte fortwachsende, mehrfache Zellschichte, welche die seitliche Leibeswand bildet und, wie oben bereits erwähnt, die wahre Hautmuskelplatte darstellt.

Fig. XIII 3. entspricht einem Schnitte aus der mittleren Rumpfregion des Embryo vom 29. Tage. Dieselbe zeigt alles, was bereits auf dem Durchschnitte Fig. XII 4. besprochen wurde; nur die topographischen Verhältnisse sind geändert. Statt dass die intermediäre Zellmasse *iZ* zwischen Urwirbel und medialem Ende der Peritonealplatten hinauf bis an das Sinnesblatt reicht, Urwirbel und Peritonealplatten sich also nirgends berühren, hat sie sich mehr nach unten gezogen und gegen die Medianlinie vorgeschoben, sie ist jetzt mit dem Sinnesblatte ganz ausser Contact und an der Stelle, wo sie vorher an dasselbe grenzte, berühren nun die Urwirbel direct die mediale Umbiegungsstelle der Peritonealplatten. Die intermediäre Zellmasse liegt also jetzt blos mehr in dem Raume zwischen unterer Fläche der Urwirbel und dem medialen Theile der unteren Fläche der Peritonealplatten einerseits und dem Darmdrüsenblatte andererseits, ja sie berührt nicht einmal mehr die Chorda, da sich zwischen diese und die intermediäre Zellmasse ein unterer, medialer, stumpfer Fortsatz der Urwirbel bis an den Aortenstrang *as* vorgeschoben hat, ähnlich wie in Fig. XIII 2.

Dadurch, dass die intermediären Zellmassen sich gegen die Medianlinie vorschieben und sich in immer mächtigerer Lage zwischen Urwirbel und Darmdrüsenblatt einkeilen, wird das letztere nach unten und innen gedrängt und bildet daher in der Mitte zwischen den intermediären Zellmassen einen bis zum Aortenstrange emporreichenden Vorsprung. Dieser Vorsprung wird jedoch später durch die bis zu gegenseitiger Berührung sich nähernden intermediären Zellmassen bald ganz verdrängt, der Darm, d. h. seine Epithelialhöhle liegt also später nicht etwa zwischen den intermediären Zellmassen sondern unter denselben, in dem zwischen diese letzteren von unten nach oben einspringenden flachen Winkel.

Auf dem Schnitte Fig. XIII 3. treffen wir zum ersten Male in unseren Abbildungen eine deutliche spaltförmige Höhle im Medullarstrang, die nach unten und oben jedoch geschlossen ist und zwar unten durch eine oder zwei dem Medullarstrange angehörende Zellen, oben durch das über die Höhle wegziehende Sinnes- und Hornblatt. Der solide Medullarstrang ist also hier zum ersten Male in ein Medullarrohr umgewandelt. Aus den Durchschnitten Figg. XII 2., 3. und 4. und XIII 2. ersehen wir, dass das Auseinanderweichen der linken und rechten Hälfte des Medullarstranges nicht oben, also von aussen, sondern unten, somit von innen beginnt und nach oben oder aussen fortschreitet. Dieser Bildungsmodus steht daher ganz im Gegensatze zu dem von Kupffer (l. c.) bei Gosterosteus beschriebenen. Hier soll das Hohlwerden des Medullarstranges von aussen nach innen vor sich gehen, indem sich zuerst längs des kielartig vorspringenden Medullarstranges eine Furche auf der Oberfläche desselben bildet, die sich vertieft und so den Medullarstrang gleichsam von aussen nach innnen oder von oben nach unten halbirt. Eine solche Behauptung muss bei der sonstigen grossen Uebereinstimmung in der Entwickelung der Forelle und der von Kupffer beobachteten Knochenfische wohl einiges Bedenken erregen, zu dem dass Beobachtungen an Durchschnitten wohl mehr Sicherheit gewähren als die am frischen, unverletzten Eie.

Ich breche hier ab um die weitere Entwickelung der Forelle beim 31. Tage wieder aufzunehmen, an welchem Tage sich die Bildung dreier ganz neuer Organe einleitete, der Linse, des Urnierenganges und des Herzens. Ich erwähne von der Bildung der Linse blos so viel, dass sie aus dem Sinnesblatte zuerst als nach aussen concave, nach innen convexe, dann halbkugelige, endlich kugelige Wucherung entsteht und eine Zeit lang noch durch einen Stiel mit dem Sinnesblatte zusammenhängt. Soweit reicht die Ausbildung des Auges während der Stadien, die ich in diesem Capitel noch beschreiben werde. Ich kann jedoch in Bezug auf die Entwickelung des Auges der Forelle nichts Neueres bringen, als Schenk's[1] eingehende Abhandlung über diesen Gegenstand bereits enthält, auf die ich hiermit verweise. Ich sehe daher von einer Beschreibung der weiteren Entwickelung des Auges von dem Momente an, wo die primitive Anlage desselben hohl geworden ist und durch die Linse eingestülpt zu werden beginnt, ganz ab. Dagegen will ich die Entwickelung des Herzens, bis dasselbe seine erste Ausbildung als hohler, in die Aortenbogen sich fortsetzender Schlauch erreicht hat, gleich im Zusammenhange schildern.

An Durchschnitten aus diesem Stadium, vom 31. Tage, senkrecht auf die Längsaxe des Embryo und durch den Kopf desselben erscheint die Kiemenhöhlenanlage nach unten nicht mehr offen wie in Figg. XII 2.

---

[1] Schenk, zur Entwicklungsgeschichte des Auges der Fische. Sitzungsberichte d. mathem. naturw. Classe der Wiener Academie. Bd. LV. 1867.

und XIII 2., wo sich die äussere Zelllage derselben nach unten und aussen auf den Dotter umschlug und auf eine mehr oder weniger lange Strecke der unteren Pericardialplatte folgend nach aussen zog. Im ganzen Bereiche der Kiemenhöhle hat dieses Verhältniss aufgehört, die Anlage des Vorderdarmes mit ihren beiden seitlichen Hörnern, den Anlagen der Kiemenhöhlen, besteht aus zwei Zelllagen, zwischen die sich nur selten eine dritte einschiebt (cf. Fig. XIV 1.), und diese beiden Zelllagen laufen in einander zurück. Wo also, wie in Fig. XIV 1., die Darm-Kiemenhöhlenanlage durch Auseinanderweichen der beiden Zellschichten ein Lumen erhalten hat, bildet sie überall eine nach unten geschlossene, im Durchschnitte halbmondförmige Höhle (Fig. XIV 1.). Im Anfange stösst die Kiemenhöhle nach aussen an die obere Pericardialplatte, nach oben und innen an die obersten Schichten der Zellmasse der Urwirbel- oder Kopfplatten (cf. Fig. XII 2.). An einer im Bereiche des vorderen Abschnittes der Kiemenhöhle gelegenen Stelle umwächst die Zellmasse der Kopfplatten das blinde obere Ende der Kiemenhöhle nach aussen und unten und schiebt sich in dünner Lage zwischen die äussere Lamelle derselben und die obere Pericardialplatte ein. Es bildet sich dadurch der erste Kiemenbogen (cf. Fig. XV 1.). Die Umwachsung begann bei den von mir untersuchten Embryonen schon am 28. Tage, von oben nach unten fortschreitend. Während sich nun die Anlage der Darmkiemenhöhle nach unten zu schloss, sodass die zwischen unterer Pericardialplatte und Dotter hinziehenden lateralen Theile des Darmdrüsenblattes sich mehr und mehr gegen die Medianlinie zurückzogen, an den mittleren, das Medullarrohr und weiter hinten die Chorda berührenden Theil des genannten Blattes anlegten und untereinander mit ihren Enden verschmolzen, trat gleichzeitig im Bereiche des Kopfendes der Chorda, unter dem Darm, eine breite Masse polygonaler Zellen auf. Diese Zellmasse erfüllt den Raum zwischen Darm und Dotter einerseits und zwischen den medialen Umbeugungsstellen der linken und rechten oberen in die betreffenden unteren Pericardialplatten andererseits (cf. Fig. XIV 1. *pH*); sie stellt die erste solide Anlage des Herzens dar. Erst besteht dieselbe nur aus einer oder zwei Zelllagen, bald aber aus mehreren. Nach unten convex gegen den Dotter vorspringend wird sie oben von der unteren convexen Fläche des Darms eingedrückt und stellt also eine convex-concave Masse dar. Der Raum den diese Zellmasse einnimmt, ist zuerst ein sehr breiter, indem die beiden medialen Umbiegungsstellen der rechten und linken Pericardialplatten weit auseinanderstehen. Nach aussen setzt sich diese Zellmasse unter der unteren Pericardialplatte in einfacher Lage auf dem Dotter fort, erreicht aber mit ihrem peripheren Ende die Mitte dieser Platte nicht.

Bevor ich an die Schilderung der weiteren Umwandlungen dieser primitiven Anlage des Herzens gehe, will ich die Frage erörtern, woher die sie bildenden Zellen kommen. Betrachtet man die Fig. XIV 1. (31. Tag) so möchte man fast glauben, dieselbe gehöre dem Darm an, der ihr unmittelbar aufzuliegen scheint. Das Bild erinnert ganz an frühere z. B. an das Fig. XIII 2., wo sich ebenfalls das Darmdrüsenblatt nach aussen unter der unteren Pericardialplatte hinzog, ebenso an das Fig. XII 2. Allein schon ein Blick auf die Anlage des Darms in Fig. XIV 2., 3. und 4., welche Schnitte durch die Ohrgegend, die Gegend des hinteren Endes der Kiemenhöhle und etwas hinter dem Ende derselben darstellen, zeigt, dass dem kaum so sein könne. An der Fig. XIV 4. sehen wir zum ersten Male das Darmdrüsenblatt sich unter die untere Peritonealplatte auf dem Dotter rechts und links fortsetzen. Fig. XIV 3., ein Schnitt durch die hintere Gegend der Kiemenhöhle (cf. Fig. XIII 2.), zeigt dies schon nicht mehr, ein noch weiter nach vorn gelegener Schnitt durch die Ohrgegend des Embryo Fig. XIV 2. zeigt allerdings wieder eine Zelllage unter dem Darm, die sich rechts etwas unter die Pericardialplatte fortsetzt, allein diese Zellen haben ein von denen des Darmdrüsenblattes ziemlich verschiedenes Gepräge und gehen, wie ein Vergleich mit Sagittalschnitten aus diesem Stadium lehrte, nach vorn in die als primitive Herzanlage bezeichnete Zellmasse direct über, d. h. sie stellen deren hintere Verlängerung dar. Der Zusammenhang der primitiven Herzanlage mit den nach aussen von der Kiemenhöhle, zwischen dieser und den Pericardialplatten gelegenen Zellmassen des mittleren Keimblattes ist jedoch nicht auf jedem beliebigen Schnitte mit derselben Deutlichkeit zu sehen. Die Umwachsung der Darmkiemenhöhle durch das mittlere Keimblatt, durch eine derselben eng anliegende einfache Lage ganz platter Zellen, ist zwar auf den meisten Durchschnitten durch diese Gegend ziemlich deutlich zu sehen, allein es wäre wohl nicht gut möglich die verhältnissmässig mächtige Anlage des Herzens von jener dünnen Schichte von Zellen des mittleren Blattes allein abzuleiten. Trifft der Schnitt jedoch eine gewisse Richtung, so kann man ausserhalb dieser Zelllage die Kopf- oder Urwirbelplatten noch in ein- bis zweifacher Lage sich in die Herzmasse fortsetzen sehen. Dies ist in den Schnitten Fig. XV 1. und XVI 1. z. B. der Fall; von den oben in zwei- bis dreifacher Schichte die Kiemenhöhle umwachsenden Zellen gehen in Fig. XV 1. rechts zwei Lagen in die Herzanlage über, in Fig. XVI 1. sogar drei, von denen die oberste die Darmkiemenhöhle unten bedeckt, die beiden anderen sich nach abwärts gegen den Dotter ziehen. Ich halte es demnach für das Wahrscheinlichste, dass jene Zellmasse in Fig. XIV 1. *pH*, die ich als die erste Anlage des Herzens bezeichnet habe, aus den Kopfplatten herausgewachsen sei und zwar von vorn, aussen und oben nach hinten, unten und innen. Ich kann allerdings nicht zu Gunsten dieser Behauptung anführen, dass ich die successive Vereinigung der beiden Zellmassen von rechts und links her ganz genau verfolgt hätte; allein der Zusammenhang derselben mit der primitiven Anlage des Herzens, so zu sagen schon im ersten Moment ihres Auftretens, scheint mir dennoch meine Vermuthung zu rechtfertigen. Nur einen Einwand vermöchte ich nicht mit voller Sicherheit abzulehnen, nämlich den, dass sich an der Bildung der primitiven soliden Anlage des Herzens auch Wanderzellen, die im Dotter vergraben liegen, betheiligen.

Sei dem nun, wie ihm wolle, soviel glaube ich mit Sicherheit behaupten zu dürfen, dass die Zellen der primitiven soliden Anlage des Herzens bei der Forelle kein Derivat des Darmdrüsenblattes sind, wie dies Götte (l. c.) angiebt. Geht man in diesem Stadium vom 31. Tag von der Kopfspitze aus alle Schnitte bis hinter die Herzanlage durch, so findet man, dass die gespaltenen Pericardialplatten weit vor der Anlage des Herzens beginnen. Dieselben reichen aber nur unmittelbar vor dem Herzen bis fast ganz an die Medianebene. In wenig späteren Stadien verschmelzen die Pericardialplatten der linken und rechten Seite an dieser Stelle miteinander, so dass die beiden seitlichen Höhlen hier untereinander communiciren. Hierbei erhält aber auch die vordere Fläche der Herzmasse einen vollständigen Ueberzug von den Pericardialplatten, der sich nach vorn zu oben auf die untere Fläche des Darmdrüsenblattes, unten auf den Dotter fortsetzt. Die Verschmelzung der Pericardialplatten in der Medianlinie schreitet immer weiter fort, so dass die paarigen Höhlen vor dem Herzen in immer grösserer Ausdehnung ineinander fliessen und eine unpaarige Höhle bilden. Die vor dem Herzen gelegene Höhle setzt sich links und rechts nach rückwärts neben demselben fort und mit ihr geht der pericardiale Ueberzug der vorderen Wand der Herzmasse auf die seitlichen Wände derselben über. Gleich hinter der Herzmasse senkt sich zwischen die beiden Fortsetzungen der Pericardialhöhlen in dem Stadium vom 31. Tage der geschlossene Vorderdarm keilartig (im Durchschnitte, Figg. XIV 2. und 3., zapfenartig) auf den Dotter herab und noch weiter hinten werden die Fortsetzungen der beiden lateralen Höhlen, die Peritonealhöhlen, noch mehr auseinandergedrängt, indem sich (Fig. XIV 5.) zwischen den Darm und die mediale Umbiegungsstelle der Peritonealplatten die intermediären Zellmassen des mittleren Keimblattes eindrängen. Allein schon am folgenden, dem 32. Tage hatten sich die medialen Umbiegungsstellen der Pericardialplatten, hart hinter der Herzanlage, zwischen diese und den keilartig vorspringenden Vorderdarm (cf. Fig. XIV 2. *Vd*) eingeschoben und bis zur Berührung genähert und von da ab bis unmittelbar hinter das Ohr waren die beiden oberen und die beiden unteren Pericardialplatten untereinander verschmolzen. Die Pericardialhöhle stellte also jetzt in ihrem hinteren Abschnitte eine unpaarige Höhle dar und die Herzmasse hatte daher jetzt auch hinten einen Ueberzug von den Pericardialplatten. Hinter dem Ohre begann der Darm sich wieder auf den Dotter herabzusenken, die einfache Höhle war also hier wieder gespalten und setzte sich in die paarige Peritonealhöhle direct fort. Der Uebergang des paarigen Theiles der Pericardialhöhle in die Peritonealhöhlen macht sich dadurch kenntlich, dass die lateralen Höhlen an dieser Stelle, etwas hinter dem Ohre, am engsten sind.

Ich habe in der Beschreibung dieses Vorganges einen Anachronismus begangen, insofern als man glauben könnte, dass die Vorgänge, wie ich sie zuerst von der vor und dann von der hinter dem Herzen gelegenen Gegend geschildert habe, auch zeitlich in dieser Reihenfolge sich abspielen. Dem ist nicht so, die Verschmelzung der links- und rechtsseitigen Pericardialplatten kommt allerdings zuerst vor dem Herzen zu Stande, allein während hier die medialen Umbiegungsstellen der Pericardialplatten sich erst an der unteren Fläche des Embryo der Medianlinie successive nähern müssen, damit ihre Verschmelzung in derselben von hinten nach vorn weiterschreiten kann, ist die letztere hinter dem Herzen, zwischen diesem und dem Ohre, schon lange in ziemlicher Ausdehnung erfolgt.

Während diese Veränderungen in der Umgebung der primitiven Herzanlage vor sich gingen, vom 31. bis zum 35. Tage, bildete sich die solide Zellmasse des Herzens selbst in einen Schlauch um. Nachdem die solide Anlage des Herzens am 32. Tage (Fig. XV 1.) ihre grösste Ausdehnung erhalten, ging in ihr eine Lockerung der Zellen vor sich, von der jedoch der periphere Theil derselben nicht berührt wurde. Die peripheren Zellen blieben oben an der unteren Darmwand haften und setzten sich links und rechts in jene Schichte platter Zellen fort, welche den Darm direct umgiebt. Zu beiden Seiten der Herzanlage bildeten dieselben Zellen eine anfangs doppelte Bekleidungsschichte für die mediale Umbiegungsstelle der Pericardialplatten. Diese doppelte Zellschichte sieht man an günstigen Schnitten sich direct in die Kopf- oder Urwirbelplatten fortsetzen, auf Fig. XVI 1. rechts und links schiebt sich dieselbe zwischen die plattzellige Darmkapsel und die obere Pericardialplatte ein. Wo jedoch diese Stelle nicht getroffen ist, dort stösst (so Fig. XV 1. links) jene Zellschichte direct an die, welche der unteren Darmwand anliegt, die Darmkapsel. Endlich bleibt noch eine Schichte von Zellen der primitiven Herzanlage auf dem Dotter liegen, stösst links und rechts an die Bekleidungsschichte der Umbiegungsstellen der Pericardialplatten und setzt sich unterhalb der letzteren auf dem Dotter eine kleine Strecke weit fort. So ist denn die primitive solide Herzanlage in einen Sack umgewandelt, der nach allen Seiten geschlossen erscheint. Hierbei ist es der primitiven Anlage des Herzens nicht besser ergangen als den primitiven Anlagen des Auges, des Ohres und der Chorda. Bis sie sich in den definitiven Herzschlauch umgewandelt hat, sind ihre Dimensionen um ein bedeutendes verringert. Davon giebt schon der Durchschnitt durch die Herzanlage vom nächsten, dem 33. Tage Zeugniss (Fig. XVI 1.). Die ganze Herzanlage ist auf diesem (und auf allen anderen Schnitten die ich aus ihr erzielte) bedeutend kleiner, die medialen Umbiegungsstellen der Pericardialplatten sind einander um die Hälfte näher gerückt als in Fig. XV 1. Zum Theile mag die Verkleinerung des Querschnittes der Herzanlage aber wohl auch davon herrühren, dass sich dieselbe etwas verlängerte.

Erst am 35. Tage, Fig. XVIII 1., zeigte das Herz eine Form, wie sie etwa aus den frühesten Entwicklungsstadien des Hühnchens bekannt ist, wenn das Herz desselben einen leicht Sförmig gekrümmten, im Ganzen aber doch noch geraden Schlauch darstellt. Eine solche leicht Sförmige Krümmung musste das Herz auch in diesem Stadium bei der Forelle haben, wie ich aus verschiedenen Sagittal- und Querschnitten zu combiniren im Stande war. Das Herz von Fischembryonen ist in diesem Stadium von Vogt, Aubert und Kupffer (l. l. c. c.) was die äussere Form, die Lage desselben und die Veränderungen, denen beide unterworfen sind, so genau beschrieben und abgebildet worden, dass ich mich in dieser Beziehung wohl kurz fassen kann. Das Herz bildet auf Sagittalschnitten in diesem Stadium einen von vorn nach hinten leicht schräg gestellten Schlauch mit dreieckigem Basalstück. Der untere Theil seiner vorderen Wand erschien nach vorn stark ausgebaucht, der obere etwas nach rückwärts eingedrückt; an der hinteren Seite war das Entgegengesetzte der Fall. Querschnitte wie der Fig. XVIII 1. zeigen, dass das Herz etwas nach rechts geneigt, seine Basis also nach links von der Medianebene verschoben war.

Der Querschnitt Fig. XVIII 1. ist aus zwei Durchschnitten combinirt, von denen der eine mehr die vordere, der andere mehr die hintere Hälfte des Herzens getroffen hatte, dem ersteren ist die obere Hälfte des Herzens und was darüber liegt, dem letzteren die untere Hälfte entnommen. Die Fig. XVIII 1. entspricht also einem Durchschnitte, der schief von vorn und oben nach hinten und unten geführt wurde. Der Schnitt geht durch die Ohrbläschen, die in der Zeichnung weggelassen wurden, durch den vordersten Theil der Chorda und durch die Kiemenspalten. Die Anlage der Darmkiemenhöhle ist unten von drei Lagen platter Zellen bedeckt. Die oberste Lage überzieht die ganze untere Fläche des Darmdrüsenblattes, die mittlere und die unterste biegen nahe der Medianlinie nach unten um und laufen bis in die Nähe der Dotteroberfläche schräg herab. Die oberste Lage *Dkp* entspricht der, welche wir auf Figg. XIV 1., 2. und 3., XV 1. und XVI 1. die Darmkiemenhöhle nach aussen und unten begrenzen sahen und die ich daher Darmkapsel nennen möchte, die mittlere Schichte *Fh* setzt sich nach innen und unten in die Herzwand fort und entspricht also der Schichte auf Fig. XV 1. und XVI 1., aus der wir die primitive Herzanlage ableiteten, die unterste Schichte aber ist die obere Pericardialplatte *opp'*, die sich links und rechts in die untere umschlägt und dem Herzschlauche parallel laufend denselben überzieht. Die Umschlagstelle der oberen in die untere Pericardialplatte ist es also hier, die den eigentlichen Körper des Herzens überzieht.

Die Herzhöhle *Hh* ist demnach oben wie durch ein eigenes Blatt gedeckt, das direct an die Anlage der Darmkiemenhöhle grenzt. Zwischen diesem Blatte aber und dem unter demselben gelegenen, der Fortsetzung der Wand des Herzschlauches *Fh*, sieht man stellenweise einen schmalen Zwischenraum *Ao*, der wohl als directe Fortsetzung der Herzhöhle *Hh*, also als die Anlage der ersten Kiemenbogenarterien aufgefasst werden muss. Die Herzhöhle geht somit nach oben in zwei enge Röhren über, welche die Lumina der ersten Aortenbogen darstellen. Wie die Herzhöhle nach oben durch ein eigenes Blatt gleichsam gedeckt und gegen das Darmdrüsenblatt abgegrenzt erscheint, so ist sie auch unten durch ein eigenes Blatt geschlossen, das dem Dotter aufliegt und sich links und rechts unter der unteren Pericardialplatte hinzieht bis zu deren Mitte. Mit diesem Blatte verschmelzen die seitlichen Wände des Herzschlauches. Wie das obere arterielle Ende des Herzschlauches unter dem Darme in zwei Ausläufer sich spaltet, so geht auch das untere venöse Ende, wo die Wände desselben, der unteren Umbeugung ihres Pericardialüberzuges folgend, sich nach aussen wenden, ebenfalls in zwei, nur kürzere Ausläufer aus, welche als die Anfänge der Dottervenen betrachtet werden müssen.

Wir haben oben die primitive Herzanlage aus den äussersten Schichten der Kopfplatten abgeleitet, aus einer erst mehrfachen Schichte von Zellen, die nach aussen an die obere Pericardialplatte stösst, nach innen an die aussen und unten die Darmkiemenhöhle überziehende plattzellige Kapsel. Das Lumen der ersten Aortenbogen, die Fortsetzung der Herzhöhle, ist also als ein Zwischenraum zwischen dieser Darmkapsel und der Wand des Herzschlauches aufzufassen. Wie verhalten sich nun in dieser Beziehung die Venenanfänge? d. h. entspricht die untere Herzwand etwa auch einer Fortsetzung der Darmkapsel auf den Dotter, einer Umschlagung des vor dem Herzen gelegenen Theiles derselben nach rück- und abwärts, so dass also auch die untere und vordere Wand des Herzens gleich der oberen der Darmkapsel angehören und blos die seitlichen Wände jener nach aussen von ihr gelegenen Schichte von Zellen der Kopfplatten? Ich habe für diese Ansicht, die ich mir selbst entgegenhielt, keinerlei objective Anhaltspuncte gewinnen können und muss ich daher wohl glauben, dass auch diese Schichte ursprünglich von den Seiten herausgewachsen sei und der untersten Lage von Zellen der ursprünglichen soliden Herzanlage entspreche. Ich muss daher annehmen, dass die Herzanlage nur von den Seiten hereinwächst.

Unter der unteren Herzwand, besonders unter ihren seitlichen Verlängerungen, liegen hier und da in kleinen Lücken zwischen diesen und dem Dotter etwas grössere Zellen, als die der Herzwand selbst sind; eben solche finden sich auch unter deren vorderer und hinterer Verlängerung. Zu dieser Zeit, am 33., 34. und 35. Tage, wo das Herz eben seine erste Ausbildung erlangte, fand ich gerade in der Herzgegend, ganz oberflächlich im Dotter, fast auf jedem Durchschnitte eine oft ganz erstaunliche Menge von Zellen. Mitunter schienen diese Zellen wie in Vermehrung begriffen, es lagen auffallend viele und ganz kleine Zellen auf einem Haufen beisammen, so dass man versucht wird anzunehmen, jene kleinen Zellen seien unmittelbar vorher aus einer grösseren durch Theilung hervorgegangen. Ferner beobachtete ich es häufig, dass jene Zellen bis ganz hart unter die Dotteroberfläche reichten, so dass es wohl sehr verführerisch ist, an eine bevorstehende Auswanderung derselben aus dem Dotter und an eine Betheiligung derselben an der Bildung des Blutes oder der Dottersackgefässe zu denken. Allein ich fand in den bisher von mir untersuchten Stadien nie ganz grosse Zellen ausserhalb des Dotters. Es wäre möglich, dass diese grossen Zellen im Dotter sich erst theilten und erst ihre verkleinerten Abkömmlinge auswanderten um sich zwischen die untere Herzwand und den Dotter einzuzwängen, was ich aber noch nicht beweisen kann. Die kleinen Zellen zwischen der seitlichen Verlängerung der unteren Herzwand und dem Dotter könnten ebensogut noch von der ursprünglichen soliden Anlage des Herzens stammen. Es liegt eben hier keine genügende Differenz an Grösse und Habitus der Zellen der unteren Herzwand und den unter derselben gelegenen vor, der die Zweifel, welche gegen die Annahme einer Einwanderung vom Dotter her erhoben werden könnten, beseitigen würde. Ich kann daher vorläufig die Bedeutung jener Zellen im Dotter als Wanderzellen noch nicht für erwiesen ansehen. Dass aber jene Zellen unterhalb der peripheren Parthie der unteren Herzwand in Beziehungen zur Blut- und Gefässbildung stehen, ist mir zum wenigsten sehr wahrscheinlich.

Die Fig. XIX 1. stellt den unteren Theil eines Durchschnittes durch die Herzgegend eines Forellenembryo vom 37. Tage der Entwicklung dar. Dieselbe zeigt die Art und Weise, wie sich das Herz auf seine rechte Seite legt und im Ganzen weit nach der linken Seite des Embryo verschoben erscheint. In toto von der unteren Fläche des Embryo aus gesehen erschien das Herz als ein von der Mittellinie aus schräg nach aussen und hinten ziehender Wulst, der leicht *S*förmig gekrümmt war. Eine *S*förmige Krümmung zeigt das Herz auch auf dem Querschnitte Fig. XIX 1., der, wie aus der Form der Darmkiemenhöhle hervorgeht, ebenfalls etwas schräg verlief. Das Herz muss also in doppeltem Sinne gebogen sein.

Bevor ich auf ein anderes Thema übergehe, muss ich noch darauf aufmerksam machen, dass die solide Anlage des Herzens etwas vor dem Kopfende der Chorda beginnt und ein Stück weit hinter dasselbe zurückreicht. Wie die Durchmesser des Querschnittes der Chorda zeigen, befinden wir uns daher auf sämmtlichen Durchschnitten, die ich zur Erläuterung der Entwickelung des Herzens abgebildet habe, in einer und derselben Region des Embryo von ganz geringer Ausdehnung. Soviel zur Beseitigung allfallsiger Zweifel über die Identität der als Herzanlage bezeichneten Gebilde in den Figg. XIV 1., XV 1., XVI 1., XVII 1. und XIX 1.

Dafür, dass das Herz wirklich als solide Anlage entstehe, sprechen auch die übereinstimmenden Beobachtungen anderer Forscher, welche an verschiedenen Gattungen von Knochenfischen angestellt worden sind.

Rathke (l. c.) ist die erste Entwicklung des Herzens entgangen, er sah es zuerst als stark nach der Seite gewendeten Schlauch. Ebensowenig finden wir eine Andeutung über die erste Entstehung des Herzens bei v. Bär (l. c.). Erst Vogt (l. c.) giebt hierüber und zwar in ganz bestimmter Weise Auskunft. In der dritten Woche nach der Befruchtung, sagt Vogt vom Coregonus, erscheint an der unteren Fläche des Embryo, mitten zwischen Auge und Ohr, ein Zellhaufen, der sich tief in den Dotter einsenkt. Zu dieser Zeit soll aber nach Vogt schon neben dem Ohre die erste Anlage der Brustflosse bestehen als ein von der Herzanlage getrennter Zellhaufen. Hiervon ist bei der Forelle absolut nichts zu sehen. Die

Epidermis und Embryonalzellen, sagt Vogt weiter, sind Anfangs nicht von der Herzmasse getrennt, bald aber wächst dieser Zellhaufen sehr in die Länge, die Epidermis trennt sich von ihm und bildet einen Sack um denselben. Die Höhle in dem »soliden« länglichen Zellstrang entsteht einfach dadurch, dass die Zellen sich von einander trennen. Wenn das Herz eben als solider Zellhaufen angelegt ist, erhebt sich der Embryo in der Nackengegend vom Dotter und dadurch entsteht der Pericardialsack, sowie durch die Abhebung des Embryo in der Rumpfgegend die Peritonealhöhle sich bildet. Vogt lässt die Decke der Peritonealhöhle einfach von der Epidermis gebildet werden, die Peritonealplatten und das Sinnesblatt scheinen ihm also entgangen zu sein. Ebenso entging es Vogt, dass die Anlage der Pericardialhöhle als paarige Höhle der Anlage des Herzens lange vorausgeht. Ganz richtig dagegen erscheint die Schilderung, welche Vogt von der Herzbasis und ihren Appertinenzen giebt. Die Zelllage an der Herzbasis, sagt Vogt, theilt sich in zwei Blätter, das eine geht in die Herzwand über, das andere setzt sich auf dem Dotter in die couche hématogène fort. Nur eines hat Vogt, wie es scheint, auch hier übersehen, und das ist die den Pericardialsack auskleidende Zellschichte, oder er hat sie für die Herzwand und das auf den Dotter sich fortsetzende Blatt der letzteren selbst genommen. Bezüglich des Pericardial- und des Peritonealsackes sagt Vogt, sie würden miteinander communiciren, wenn nicht zwischen beiden der Embryo mit dem Brustgürtel noch dem Dotter aufläge. Dass die Pericardial- und Peritonealhöhlen beiderseits miteinander communiciren, ist für die Forelle vollkommen sicher, selbst dann noch, wenn die beiden Pericardialhöhlen vor und hinter dem Herzen schon auf eine weite Strecke zu einer unpaaren Höhle verschmolzen sind.

Als couche hématogene bezeichnet Vogt eine Lage nicht precis geformter Zellen, der das Herz aufsitzt. Wir haben gesehen, dass wirklich unter der unteren Herzwand noch einzelne Zellen auf dem Dotter liegen, diese Lage würde der Beschreibung nach Vogt's couche hématogène entsprechen; allein eine grössere zusammenhängende Lage existirt unter dem Herzen, wenigstens in den bisher beschriebenen Stadien der Entwicklung, der Forelle nicht. Wohl aber existirt und zwar gerade in der Herzgegend eine grosse Anzahl von Zellen in der oberflächlichsten Schichte des Dotters. Ob Vogt diese Zellen im Dotter auch gesehen, falls sie beim Coregonus ebenfalls vorhanden sind, kann ich nicht entscheiden.

Nach Lereboullet (l. c.) entsteht das Herz beim Hecht aus einer Wucherung der Zellen unter dem Kopfe als ein solider Kegel, der erst dem Kopfe anliegt, später aber herabsteigt um in die für denselben bereitete Höhle aufgenommen zu werden. Diese Schilderung stimmt im Ganzen so ziemlich mit der, die ich bei der Forelle gab. Die Herzmasse ist dort ebenfalls zuerst solid und liegt der Länge nach dem Kopfe an. Später entsteht aus ihr durch die gegenseitige Annäherung der Pericardialplatten von den Seiten her ein kegelförmiger leicht gekrümmter Schlauch, — die Pericardialhöhle, wie wir gesehen haben, existirte schon vorher. Aehnlich schildert LEREBOULLET die Entstehung des Herzens beim Barsch, nur die »chambre cardiaque« (Pericardialhöhle) soll hier erst nach dem Herzen entstehen. Allein die Herzhöhle soll gegen den Dotter offen sein, und das glaube ich nach meinen Beobachtungen am Forellenembryo entschieden verneinen zu müssen. Bei der Forelle sollen nach LEREBOULLET Herz- und Pericardialhöhle wie beim Hecht entstehen, die letztere also vor der ersteren bereits existiren.

Ich kenne REICHERT's [1] Ansicht über die Bildung des Herzens und der Pericardialhöhle bisher blos aus KUPFFER's oben citirter Abhandlung. REICHERT glaubt, die Pericardialhöhle der Fische sei blos ein Theil der allgemeinen Rumpfhöhle, wie bei den übrigen Thieren und darin hat er jedenfalls das Richtige getroffen, wie aus meinen Schilderungen hervorgeht. Die ersten Anfänge der Pericardialhöhle und des Herzens waren REICHERT nicht bekannt, doch glaubte derselbe, dass das Herz aus einer Masse übriggebliebener Bildungsdotterzellen gleichzeitig mit den Organen der Bauchhöhle sich bilde.

AUBERT (l. c.) schildert die Bildung des Herzens und des Herzbeutels wie folgt: Bevor das Herz entsteht, bildet sich der Raum, in dem es später erscheint. Dieser Raum entsteht durch Abhebung des Kopf's des Embryo zwischen Auge und Ohr vom Dotter, derselbe schien AUBERT völlig von Zellen erfüllt, die grösser und durchsichtiger sind als die übrigen Zellen des Embryo. AUBERT betrachtet sie als die Anlage des Gefässblattes v. BÄR's, da sie nicht von der Seite her wuchern und also nicht durch Umschlag der Hautschichte gebildet erscheinen. Dieser Raum wird hohl und man sieht dann in ihm das Herz in dem hinteren Winkel desselben am Ohre als einen dunkeln, dreieckigen Körper, der von den Zellen des Gefässblattes überkleidet wird. AUBERT leitet also Herzbeutel und Herz aus einer gemeinsamen soliden Anlage her. Ich kann hier nur daran denken, dass AUBERT die Pericardialhöhle im Anfang übersehen hat, indem vielleicht deren obere und untere Wand einander sehr genähert waren, wie dies ja auch bei der Forelle der Fall ist, bevor das Herz einen länglichen, die Pericardialhöhle mehr oder weniger schräg durchsetzenden Körper darstellt. Die erste Bildung des

---

[1] Studien des physiologischen Instituts zu Breslau 1858.

Herzens selbst blieb also Aubert eigentlich verborgen. Ob Aubert daher richtig gesehen hat, wenn er das Herz in dem Stadium, wo es einen Kegel bildet, als solid beschreibt, muss ich dahingestellt sein lassen.

Ganz eigenthümlich sind die Schilderungen welche Kupffer (l. c.) von der Entwickelung des Herzens giebt. Kupffer sagt (l. c. pg. 239): »Wenn die Rückenfurche erscheint (cf. Fig. 8. und Fig. IV 3. dieser Abhandlung), indem die Mittellinie des Embryonalschildes sich einsenkt und gleichzeitig der Kiel um ein Entsprechendes tiefer in den Dotter eindringt, treten die ersten Andeutungen zweier Organe auf. Das eine zeigt sich im Kiel, ganz nahe dem unteren Rande desselben in der Gegend seiner stärksten Prominenz, also im vorderen Theile des Embryonalschildes, das andere hinten, am Ende des Kieles und nicht innerhalb der Substanz desselben, sondern zwischen diesem und dem Dotter, scheinbar dem letzteren unmittelbar aufliegend. Beide erscheinen als kleine Blasen, der Lichtbrechung nach zu urtheilen mit einer mehr wässerigen Flüssigkeit gefüllt.« »Unter allen Umständen kann man beide Organe bei sorgfältiger Beobachtung durch die folgenden Stadien continuirlich so lange verfolgen, bis über die endliche Bestimmung derselben kein Zweifel mehr bleibt. Es ergiebt sich, dass die vordere die Anlage des Herzbeutels ist, die hintere diejenige Blase, die ich in einer früheren Publication als Vorläufer der Harnblase beschrieben und als Allantois bezeichnet habe.« Diese Beobachtungen machte Kupffer bei Gasterosteus, Gobius, Perca und Spinachia. Bei Gasterosteus sollen die beiden Blasen auch von Coste in seinem grossen Atlas gezeichnet worden sein, aber von etwas späteren Stadien. Ich habe Coste's Atlas leider nicht zur Verfügung gehabt. Auf Seite 241 sagt Kupffer (l. c.) weiter: »Diese Bildungen treten also jedenfalls so früh auf, dass ich bestimmt sagen kann: die beiden Blasen, von denen ich die vordere als Anlage des Herzbeutels, die hintere als Allantois deute, sind die ersten überhaupt an dem Embryonalschilde zur Wahrnehmung kommenden Organe.«

Ich brauche wohl kaum hervorzuheben, dass ich auf diese von Kupffer in einer so frühen Periode beobachteten Gebilde bei der Forelle das wachsamste Auge hatte. Abgesehen von der wohl berechtigten Annahme, dass alle Knochenfische sich doch im Wesentlichen auf dieselbe Weise entwickeln dürften, glaubte ich mich umsomehr zur Erwartung berechtigt den Kupffer'schen ähnliche Beobachtungen zu machen, als ja sonst, wie aus den bereits geschilderten Stadien hervorgeht, meine Beobachtungen an der Forelle mit denen Kupffer's bei Gasterosteus, Gobius Spinachia und Perca auffallend übereinstimmen. Aus der Beschreibung, die ich von der Entwickelung der Forelle gegeben habe, geht aber vor allem hervor, dass das erste gut abgegrenzte Organ die Chorda ist und dass fast gleichzeitig mit ihrem Auftreten der Medullarstrang schon seinen Namen verdient. Es entwickeln sich hierauf die primitiven Anlagen der Augen (Fig. IX 2.), der Ohren (Fig. X 1.), die ersten Urwirbelquertheilungen und mit ihnen die erste Andeutung einer Spaltung der Pericardialplatten, welche zu dieser Zeit von der Medianebene links und rechts unter rechtem Winkel abstehen. Also lange bevor noch eine Herzhöhle existirt, sind Organe in Menge da. Die Herz- oder Pericardialhöhle haben wir aber als eine paarige Höhle links und rechts vom Kopftheile des Embryo entstehen, von da aus herein gegen die untere Mittellinie rücken und endlich an eine Zellmasse stossen sehen, welche die primitive Anlage des Herzens bildet. Also selbst vorausgesetzt, dass Kupffer blos den medialen Theil der Pericardialhöhlen gesehen hätte, so müsste er doch wohl zwischen denselben bereits das Herz erblickt haben. Zu einer Zeit, wo aber die Pericardialhöhle schon bis nahe an die untere Medianlinie reicht ist nicht nur das Herz sondern auch die Anlage der Kiemenhöhle und eines nach unten geschlossenen Vorderdarmes vorhanden.

Kupffer bemerkt übrigens ausdrücklich, dass in den Stadien, um die es sich hier handle, von einem Darme noch lange nicht die Rede sei.

Umsomehr sehe ich mich daher veranlasst die Angabe, dass die Herzhöhle vor allen anderen Organen auftrete, in Zweifel zu ziehen, als Kupffer gerade die allererste Anlage des Auges und Ohres und die Bildung der Urwirbel, wie unsere übereinstimmenden Schilderungen lehren, nicht entgangen sind. Auf all das hin glaube ich berechtigt zu sein die Deutung der vorderen Blase Kupffer's als Herzbeutel durchaus für irrthümlich zu halten. Kupffer äussert sich darüber nicht direct, ob jene Blase ein paariges oder unpaares Gebilde darstelle, allein aus seiner Schilderung scheint das Letztere hervorzugehen. Kupffer kannte den Herzbeutel aus späteren Stadien als einen mitten unter dem Kopfe liegenden Hohlraum, dessen Wände dem mittleren Keimblatte angehören, er glaubte daher denselben aus einer Spaltung des mittleren Theiles dieses Blattes ableiten zu dürfen, aus einem Theile desselben, der Remak's Kopfplatten entspricht. An dieser selben Stelle sah Kupffer früher seine vordere Blase, die er in das mittlere Keimblatt verlegt. Ein Darmdrüsenblatt scheint Kupffer zu dieser Zeit noch nicht anzunehmen, wir wissen aber, dass dasselbe nach den Beobachtungen bei der Forelle als unterste Schichte des Embryonalschildes existirt. Ich muss ferner bemerken, dass eine Kopfkappe, wie sie beim Hühnchen auftritt, bei der Forelle zu dieser Zeit ebenfalls fehlt, und dass ein Analogon derselben auch nicht existirt, selbst wenn das Herz schon gebildet ist, da der Schluss des Vorderdarms vor der Hand blos von den Seiten her erfolgt. Es ist also evident, dass in dieser frühen Periode, in der Kupffer selbst das Vorhandensein eines Darms überhaupt leugnet, eine Blase im mittleren Keimblatte und zwar in der Mitte desselben, nur in dem Theile auftreten kann, der nach der Bildung des Darmdrüsenblattes, respective Darmes, oberhalb jenes Blattes oder oberhalb des Darmes liegen muss. Ein solches Bläschen oberhalb des Darmes könnte aber nie der Herzbeutel sein, auch nicht das Herz. Nur Eines wäre noch denkbar, nämlich, dass der Vorderdarm als blindsackartiger Schlauch von hinten in die Anlage des mittleren Keimblattes und zwar oberhalb des Herzbeutels hereinwachse, d. h. durch den Kopftheil des mittleren Blattes sich von hinten nach vorn durchwühle. Wir wissen aber, dass bei der Forelle das Darmdrüsenblatt schon von Anfang an bis an die Kopfspitze reicht, womit eine derartige Entstehung des Vorderdarmes wohl ausgeschlossen erscheint.

Das Herz selbst lässt Kupffer von der oberen Wand des Herzbeutels frei und als soliden Körper, wie es scheint, in den Raum desselben hineinhängen. Kupffer sagt: »Ich kann die Bildung« (des Herzens) »nur auffassen als eine Wucherung der Zellen eben dieser Wand. Es wäre ausser dieser Auffassung nur noch eine Möglichkeit a priori denkbar, dass nämlich Zellen des Medullarstranges von oben her sich einstülpten, denn andere Elemente giebt es da nicht.« (Also ist immer noch kein Vorderdarm vorhanden!) »Aber, abgesehen von der inneren Unwahrscheinlichkeit, bietet auch die Beobachtung gar keinen Anhalt dafür und eine Einstülpung müsste sich in der veränderten Stellung der oberen Wand kundgeben.« Consequenter Weise muss nun das Herz endlich mit der unteren Wand des Herzbeutels verwachsen und damit es in den unter demselben gelegenen »Raum münde«, sollte, was Kupffer nicht eruiren konnte, dieser perforirt werden oder sich in die Herzhöhle einstülpen. Wir wissen, dass all das nach meinen Beobachtungen am Forellenei überflüssig ist, das Herz mündet nie in einen unter dem Pericardium gelegenen Raum, sondern dieser Raum gehört dem Venenende des Herzens selbst ursprünglich an, das blos unter dem Pericardium auf dem Dotter sich ausbreitet, die untere Wand des Pericardiums wird nie perforirt oder eingestülpt, denn sie existirte eben nie unterhalb des Herzens. Was es mit Kupffer's primitiver Pericardialblase also für eine Bewandtniss habe, kann ich nicht sagen, soviel ist sicher, dass bei der Forelle nie irgend etwas Analoges sich findet.

Ich schliesse an die Entwickelung des Herzens die Entwickelung des Urnierenganges an. Da ich in dieser Beziehung nur alles bestätigen kann, was **Rosenberg**[1] bereits beim Hechte gefunden hat und derselbe die weitläufigste Zusammenstellung der diesbezüglichen Literatur giebt, so glaube ich mir eine solche hier ersparen zu können, indem ich auf **Rosenberg**'s Arbeit verweise. Bevor ich jedoch daran gehe die Entwickelung dieses Organes zu beschreiben, will ich noch einige Worte über die zweite Blase, die **Kupffer** in den Embryonen von Gasterosteus, Gobius, Spinachia und Perca beobachtete einiges erwähnen, da dieselbe als »Allantois«, wie sie **Kupffer** deutete, in Beziehung zu den Urnieren stehen soll. In seiner ersten Mittheilung über diesen Gegenstand sagt **Kupffer**,[2] die Allantoisblase trete auf zwischen dem hinteren Ende der Chorda und der Peripherie des Dotterloches. Das früheste Stadium dieser Blase scheint also **Kupffer** damals selbst nicht gekannt zu haben. Wenn dann die Chorda sich nach hinten verlängert, liegt jene Blase zwischen ihr und dem Dotter, also unter der Chorda, an die sie unmittelbar stösst. Die Blase ist von Cylinderepithel ausgekleidet. Am dritten Tage, wo bereits Urwirbel vorhanden sind, sah **Kupffer** die Blase sich nach vorn zuspitzen und birnförmig werden. Von ihrem vorderen Ende ging ein Faden aus, der zwischen Chorda und Dotter nach vorn zog. Ein Darmdrüsenblatt existirt nach **Kupffer** zu dieser Zeit noch nicht. Wir haben aber oben schon erwähnt, dass dieses Blatt von **Kupffer**, wohl seiner Dünnheit wegen, übersehen worden sein muss, da es um diese Zeit bei der Forelle schon lange besteht und — höchstens durch zwei Zellen, die dem Aortenstrange angehören, von der Chorda getrennt ist. Eine Höhle oder Blase unter dem Hinterende der Chorda sahen wir in Fig. XI 1. und mussten dieselbe, da sie oben und unten das Darmdrüsenblatt als Wand hatte, für die erste Anlage des geschlossenen Hinter- oder Enddarmes erklären. Nach **Kupffer** geht jene Blase im hinteren Leibesende später, wenn der Schwanz schon ein Stück weit hervorragt, in einen unpaaren Ureter oder Urnierengang über; letzterer liegt über dem Darm, erstere über und hinter dem zu dieser Zeit noch blinden Ende desselben (cf. Fig. 3. l. c.) Die Allantois ist also zur Harnblase geworden. Es scheint mir daher, dass **Kupffer**, der offenbar die erste Bildung des Darmes verkannt haben muss, zwei verschiedene Gebilde, die nach einander entstanden, verwechselt oder für eines genommen habe. In seiner zweiten Mittheilung sagt **Kupffer**, wie ich oben wörtlich citirte, dass seine Allantoisblase, mit der Blase der Herzhöhle, das erste Organ sei, das im Embryonalschilde auftrete. Für eine Blase im hinteren Theile des Embryonalschildes in so frühen Stadien fand ich jedoch bei der Forelle nie ein Analogon. Ebenso wenig fand ich bis zum 40. Tage der Entwickelung, (soweit reichen nämlich meine Präparate bisher), dass die bei der Forelle im ganzen Verlaufe paarigen Urnierengänge an ihrem hinteren Ende in eine Blase gemündet hätten, dieselben verengten sich im Gegentheil successive und hörten endlich mit spitzem Ende auf. Eine so früh auftretende Blase im Embryonalschilde könnte aber jedenfalls nicht dem uropoëtischen Systeme angehören, da, wie wir gleich aus der Entwicklung der Urnierengänge sehen werden, eine der ersten Anlage derselben entsprechende Zellmasse nie und nirgends zuerst in der Medianlinie des Embryo liegt, in welcher ausser dem Medullarstrange, der Chorda, dem Aortenstrange und dem Darme kein anderes Gebilde sich von vornherein entwickelt.

---

[1] **Alex. Rosenberg**, Untersuchungen über die Entwicklung der Teleostierniere. Inauguraldissertation Dorpat 1867.

[2] Untersuchungen über die Entwicklung des Harn- und Geschlechtssystems. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. I. 1865.

Nach Rosenberg (l. c.) entstehen die Urnierengänge beim Hechte aus einer verdickten Parthie der Hautplatten nahe deren Umbiegungsstelle in die Darmfaserplatten, aus einem Gebilde, das als einzellige Schichte die Leibeshöhle auskleidet und somit der oberen der von mir Peritonealplatten genannten Zelllagen des mittleren Keimblattes genau entspricht. An einer Stelle des Rumpfes, die $^1/_2$—1 mm. hinter der hinteren Peripherie des Ohrbläschens liegt, beginnt jene Parthie der Hautplatten sich nach oben gegen die Urwirbel auszubauchen und bildet sich so auf eine kurze Strecke an der Hautplatte nach oben eine longitudinale Falte, die sich an ihrer Basis von dem medialen und lateralen Theile dieser Platte zu einem Rohre abschnürt, das den Urnierengang darstellt. Der Process der Faltenbildung schreitet nach vorne langsamer, nach hinten rascher fort. Sein Beginn fällt in die Zeit, wo die Spaltung des peripheren Theiles des mittleren Keimblattes erst im vorderen Rumpftheile begonnen hat. Auf diese Beobachtungen hin scheint die Deutung der Kupffer'schen Blase als Allantois auch Rosenberg bedenklich, mehr aber noch deshalb, weil sie mit der Bildungsweise der Allantois bei anderen Wirbelthieren — und das gilt auch nach Dobrynin's Arbeit über die Bildung der Allantois beim Hühnchen [1] — nichts gemein hat. Der von der Kupffer'schen Blase abgehende Faden kann nicht als unpaariger Anfang des Urnierenganges gedeutet werden, da der Urnierengang paarig im vorderen Rumpftheile entsteht. Eine Blase im Hintertheile des Hechtembryo vermochte aber Rosenberg nicht zu entdecken, bevor nicht die Bildung der Urnierengänge bis dorthin fortgeschritten war und sich aus ihrer Vereinigung durch Aussackung eben die Harnblase gebildet hatte. Dass **Kupffer**'s Blase der Enddarm sein könne, daran scheint **Rosenberg** nicht gedacht zu haben. Ich will mich übrigens hier blos an das Thatsächliche der **Kupffer**'schen Beobachtung halten, indem mir die Deutung jener Blase als Allantois von vorneherein unhaltbar scheint. Ich muss also vor allem constatiren, dass ich mich mit **Rosenberg**'s Schilderung des Entwicklungsvorganges des Urnierenganges beim Hechte insofern vollkommen einverstanden erkläre, als ich bei der Forelle im Wesentlichen ganz denselben Modus beobachtet habe und zwar fast bis ins Detail. Die Entstehung der Urnierengänge schreitet also auch bei der Forelle nach vorn, viel länger aber nach hinten fort und konnte ich bis zum 40. Tage der Entwicklung auch nicht einmal eine Verschmelzung beider Gänge beobachten; ebensowenig sah ich aber ausser der Höhle des Hinterdarms eine anderweitige Blase in dem von mir als Schwanzknospe bezeichneten hintersten Theile des Embryo. Wenn also auch **Kupffer** in seiner zweiten Mittheilung[1] einräumt, dass er sich bezüglich der Bedeutung jenes Fadens der Allantoisblase eine Uebereilung zu Schulden habe kommen lassen und selbst einräumt, dass sich jene Blase, analog der Allantois, aus einer Ausstülpung des »dritten« Keimblattes bilde, so muss ich doch darauf bestehen, dass nie und nirgends im hinteren Leibesende der Forelle bis über die Periode der Herzbildung hinaus unter der Chorda etwas anderes liegt, als der Darm. Nur auf Eines will ich hier noch aufmerksam machen. Die Chorda erscheint überhaupt zuerst, selbst auf guten Querschnitten, nur als sehr undeutlich begrenzte Zellmasse, und in ihrem hintersten Ende bleibt sie dies noch lange, auch noch nach der Bildung des Hinterdarms. Wenn daher **Kupffer** die Blase im hinteren Leibesende in einer gewissen Periode hinter das hintere Ende der Chorda verlegt, so muss ich darauf nur antworten, dass das hintere Ende der Chorda an Schnitten erhärteter Präparate schon nicht deutlich abgegrenzt erscheint, um wie viel weniger also wohl am frischen Objecte, an welchem es nicht einmal frei zu Tage liegt! Wenn also **Kupffer**'s so früh auftretende Blase überhaupt noch im Leibe des Embryo liegt, so kann sie einzig und allein dem Enddarme entsprechen und ihr nach vorn sich verlängerndes Ende der oberen Kante der Darmrinne.

---

[1] Sitzungsb. der Wiener Acad. mathem. naturw. Classe Bd. LXIV. 1871.

Ich gehe nun auf die Entwickelung des Urnierenganges bei der Forelle über.

Ein Schnitt, der die erste Entstehung des Urnierenganges zeigt,

---

[1] Arch. f. mikrosp. Anat. Bd. 4.

Fig. XIV 5., vom 31tägigen Embryo, bietet folgende Verhältnisse: Die Chorda (*Ch*) stösst oben noch immer direct an das Medullarrohr (*Mr*), unten an den Aortenstrang (*As*), zu beiden Seiten aber wird sie von den medialen unteren Fortsätzen der Urwirbel umfasst. Die intermediären Zellmassen (*Z*, die auf Fig. XII 4. die Urwirbel nach aussen und unten, in Fig. XIII 3. fast blos mehr an ihrer unteren Fläche berührten, sind jetzt ganz unter die Urwirbel gerückt und stellen im Durchschnitte zwei rundliche Massen dar, die sich in ihrem Gefüge und durch das Aussehen ihrer Zellen von den Urwirbeln deutlich unterscheiden. Dabei haben diese intermediären Zellmassen sich der Medianlinie vollkommen genähert, so dass sie sich in derselben an einem Puncte berühren. Dadurch ist das Darmdrüsenblatt, das ihre innere und untere Fläche bekleidete, und erstere bis zu jener Berührungsstelle, letztere noch immer ganz überzieht, vom Aortenstrange abgedrängt worden, der nun nicht mehr dem medialen Theile dieses Blattes, sondern den beiden intermediären Zellmassen aufliegt. Hierdurch, und durch die gegenseitige Berührung der letzteren an einem Puncte in der Medianebene wird zwischen dem Aortenstrange und den beiden intermediären Zellmassen ein mit der Spitze nach abwärts gekehrter dreieckiger Hohlraum erzeugt, der später durch die intermediären Zellmassen verdrängt wird; unterhalb der Berührungsstelle dieser Massen aber, zwischen denselben und dem Dotter, bildet sich ein zweiter dreieckiger Raum, der vom Darmdrüsenblatte ausgekleidet ist und die Darmrinne darstellt.

Die Peritonealplatten, welche in Fig. XIII 3. und XII 4. noch mehr horizontal lagen, haben diese Lage, ähnlich wie im Kopftheil die Pericardialplatten (cf. Fig. IX 2., X 2. mit Fig. XII 2., XIII 1., XIV 1.) in eine schräge verwandelt und sind auseinander gewichen, wie in Fig. XII 3., um die Peritonealhöhle zu bilden. Dabei hat sich ihr mediales Ende etwas unter die intermediäre Zellmasse zwischen diese und den Darm vorgeschoben, (besonders links in Fig. XIV 5. deutlich, auf beiden Seiten in Fig. XVI 2.). Die untere Peritonealplatte zeigt keine Veränderungen, sie liegt mit ihrer medialen Hälfte noch dem Darmdrüsenblatte, mit ihrer lateralen unmittelbar dem Dotter auf. Eine wesentliche Veränderung zeigt dagegen die obere Peritonealplatte. Dieselbe erscheint zunächst links nahe ihrer Umschlagsstelle in die untere Peritonealplatte nach oben ausgebaucht und diese Ausbauchung ist an ihrer Basis gegen ihr eigenes Lumen beiderseits eingeknickt. Die obere Peritonealplatte mit ihrer Ausbauchung Fig. XIV 5. *Ug* hat ganz die Form eines griechischen Ω. Der ausgebauchte Theil der oberen Peritonealplatte ist etwas dicker als der übrige Theil derselben, er springt gegen die untere Fläche der Urwirbel sowie gegen die äussere der intermediären Zellmasse der linken Seite vor und scheint beide einzudrücken. Es ist kein Zweifel, dass diese Ausbauchung der oberen Peritonealplatte, deren äussere und innere Umbiegungsstelle in den medialen und lateralen Theil der ersteren, schon fast bis zur Berührung genähert sind, im Begriffe steht sich abzuschnüren. Wie die successiven Durchschnitte durch die vordere Rumpfgegend zeigten, ist diese Ausbauchung, die sich auch rechts überall fand und nur in einem etwas weniger vorgerückten oder der Abschnürung genäherten Stadium sich auch auf Fig. XIV 5. rechts zeigt, nichts anderes als der Durchschnitt einer longitudinalen Falte der oberen Peritonealplatte, die nach ihrer völligen Abschnürung ein Rohr darstellt, das — ein Blick auf die Fig. XVI 3. vom 33. Tage genügt um dies zu beweisen — den Urnierengang darstellt. Die Abschnürung dieser Falte geht aber schon sehr früh vor sich; ich konnte bereits am ersten Tage, an welchem ich sie bemerkte und wo sie nur erst eine sehr geringe Ausdehnung in die Länge hatte, an einer Stelle schon ein abgeschnürtes Rohr als einen über der oberen Peritonealplatte liegenden geschlossenen Epithelzellenkranz erblicken.

Fig. XVI 3. gehört einem Schnitte aus dem hinteren Theile der mittleren Rumpfregion eines Embryo vom 33. Tage an. Der Urnierengang *Ug* liegt als nach unten etwas compresser Ring über dem medialen Theile der oberen Peritonealplatte, im Winkel zwischen dieser und der Seitenfläche der intermediären Zellmassen. Die Peritonealplatten schieben sich hier zwischen Dotter und intermediärer Zellmasse ein, bis zu deren Mitte sie reichen. Das Darmdrüsenblatt erstreckt sich also nicht mehr seitlich bis unter die Peritonealplatten, es hat sich völlig in den dreieckigen Raum zusammengezogen, der zwischen Dotter und den intermediären Zellmassen liegt und vorher den rinnenförmigen Darm beherbergte Fig. XIV 5. Diese Rinne ist gegenwärtig nach unten geschlossen, besser gesagt noch, ihr Lumen ist durch Zellen des Darmdrüsenblattes ausgefüllt. Ich kann nicht genau angeben, wie der Schluss der Darmrinne von hinten her sich vollzieht, wahrscheinlich durch eine Faltenbildung an der Seite, ähnlich wie in Fig. XIII 2. am Vorderdarme; allein die Zellen des Darmdrüsenblattes sind in dieser Gegend so platt und alle so aneinandergedrückt in dem kleinen Raume, dass es schwer ist, bei dem gänzlichen Mangel deutlicher Zwischenräume, die Faltung des dünnen Blattes herauszufinden. Das scheint auch der Grund zu sein, dass der Darm hier kein Lumen zeigt.

Die Faltenbildung in der oberen Peritonealplatte schreitet nun nach vorn langsamer, nach hinten rascher und länger fort. Fig. XVI 2. stellt einen Schnitt aus der vorderen Rumpfregion des Embryo vom 33. Tage dar, aus einer Gegend, in welcher die intermediäre Zellmasse *iZ* sich schon zu verschmächtigen beginnt, also etwas hinter dem Schnitte Fig. XIV 4. Der Darm bildet eine nahezu viereckige, solide Zellmasse, solid, wie sie schon in Fig. XIV 4. erschien, dieselbe setzt sich hier wie dort nach aussen unter die Peritonealplatten fort. Die mediale Umschlagstelle der oberen in die untere Peritonealplatte stösst direct an den Darm; etwas lateralwärts von derselben erscheint die obere linke Platte in eine nach oben und aussen gerichtete, schmale Falte erhoben, die medialwärts noch fast in gerader Linie, lateralwärts unter einem scharfen Knick sich in die anstossenden Theile jener Platte fortsetzt. An der rechten oberen Peritonealplatte ist diese Falte schon lateral- und medialwärts durch einen Knick markirt und hiermit ihre zukünftige Abschnürung vollkommen angedeutet. Die Abschnürung eines ausgebauchten Theiles der oberen Peritonealplatte schreitet jedoch noch weiter nach vorn vor und scheint ihr vorderes Ende in eine Region zu fallen, in welcher die intermediäre Zellmasse ihr Ende erreicht. In dem Durchschnitte Fig. XVIII 2., aus einem Embryo vom 35. Tage erblickt man die medialen Zellmassen auf eine querovale schmächtige Masse zusammengeschmolzen. Diese liegt unter dem Aortenstrang und den medialen Theilen der unteren Fläche der Urwirbel und über den nach aussen zur Urnierenfalte ausgebauchten medialen Theilen der beiden oberen Peritonealplatten. Die medialen Umbiegungsstellen der linken und rechten Peritonealplatten berühren sich hier beinahe, indem sie bis zur Mittellinie vorgeschoben sind, sie trennen also hier den Darm von der medialen Zellmasse vollkommen. Weiter nach vorn schiebt sich jedoch der Darm wieder zwischen die Umbeugungsstellen der Peritonealplatten ein und diese werden wieder auseinandergedrängt (cf. Fig. XVII 1. und XX 2.). Diese vorderste Gegend des Urnierenganges, wo derselbe blind endigt, fand ich am 38. und 39. Tage als die weiteste in der ganzen Ausdehnung des Ganges durch den Rumpf des Embryo.

Bevor ich auf eine Besprechung der Bedeutung dieses Bildungsmodus des Urnierenganges bei den Fischen eingehe, will ich noch die Veränderungen besprechen, welche andere Organe in dem Zeitraume vom 31. zum 35. Tage erlitten hatten. Vor allem sehen wir auf Fig. XIV 2. vom 31. Tage die Kiemenspalte *Ksp* links und rechts unter dem Ohrbläschen (*Ob*), die in Fig. XII 2. vom 28. Tage noch nicht vorhanden war, da die Anlage der Kiemenhöhle noch nicht einmal bis an das Sinnesblatt reichte, die ferner in Fig. XIII 1. vom 29. Tage eben erst sich geöffnet hatte, — diese Kiemenspalte sehen wir jetzt (Fig. XIV 2.) weit klaffen und tief in die Kiemenhöhle hineinragen; dabei ist sie vom Hornblatte ganz ausgekleidet. Die Kiemenhöhlenanlage hat sich, indem die Zellmasse des mittleren Keimblattes zwischen ihr und dem Ohrbläschen mächtiger wurde, mehr horizontal gestellt, und der Theil des Darmes in welchem die Kiemenhöhlenanlagen beider Seiten unter der Chorda zusammentreffen, hat sich zu einem soliden Zapfen geschlossen, der weder links noch rechts mehr einen Ausläufer unter die Pericardialplatten sendet (wie in Fig. XIII 1.), sondern auf einer Zellmasse *pH* aufruht, die dem hinteren Ausläufer der soliden Anlage des Herzens entspricht. Die Darmkiemenanlage ist nach unten durch eine Lage ganz platter, im Durchschnitt sehr langgestreckter Zellen von der oberen Pericardialplatte und, wie es scheint, auch von der Herzmasse getrennt.

Ein anderer Durchschnitt, etwas hinter diesem, Fig. XIV 3. entspricht ungefähr der Gegend des Schnittes von Fig. XIII 2. vom 29. Tage. Die lateralen unteren Fortsätze der Urwirbelmassen haben sich sehr vergrössert und reichen viel weiter als in Fig. XIII 2. Der Schnitt trifft den hintersten Theil der Kiemenhöhle, deren beiderseitige Theile, wie in Fig. XIV 2., in den zapfenförmigen Durchschnitt des soliden, drei Zellen breiten Vorderdarmes übergehen. Der Schnitt fällt nahe an die Grenze der Pericardialhöhle, welche hier bei weitem enger ist als in Fig. XIV 2. oder auch in Fig. XIII 2.

Ein Schnitt etwas weniges hinter dem letzteren, Fig. XIV 4., trifft schon nicht mehr die Kiemenhöhle. Der Vorderdarm ist in den Mitteldarm übergegangen, der im Durchschnitte einen verkehrt-eiförmigen, kurzen Zapfen darstellt von gleicher Breite wie der Vorderdarm. Die Peritonealhöhlen *Pt*, in deren Bereich wir uns jetzt befinden, sind sehr schräg gestellt und viel breiter als die entsprechenden Höhlen auf Fig. XIV 3. Die obere Peritonealplatte läuft der unteren Urwirbelfläche entlang bis an den Darm, längs desselben nach abwärts und biegt dann in die untere Peritonealplatte um. Diese letztere liegt medialwärts auf einer vom Darm nach aussen ziehenden erst dreifachen Spindelzellenlage auf, die aber vor der Mitte dieser Platte spitz ausläuft. Darüber hinaus liegt die untere Peritonealplatte dem Dotter auf und mit ihrem lateralen Ende berührt sie das der oberen Platte. Unter der Chorda sieht man den Aortenstrang hier doppelt so breit als sonst, es scheint dies die Stelle zu sein, an der die Aortenbogen zur primitiven Aorta zusammenfliessen. Ich konnte leider die Schrägschnitte der letzteren in den medialen unteren Fortsätzen der Urwirbelmassen über der Kiemenhöhle in dem Gewirre von Zellen nicht deutlich genug herausfinden, weshalb ich auf ihre Wiedergabe in der Fig. XIV 3. verzichtete. Auf Fig. XIV 1. glaubte ich ihre vereinte Anlage in einer mit *as*? bezeichneten einfachen und 5 Zellen breiten Lage zwischen Medullarrohr und Kiemenhöhle zu erblicken. Von Fig. XIV 4. ab wird die Anlage des Darmes immer dünner und geht bald in jene bereits auf Fig. XIV 5. beschriebene Form über, die endlich mit einem kurzen geschlossenen Enddarm endet. Auf Fig. XIV 3. und 4. schiebt sich die Zellmasse der Urwirbel mit einer stumpfen Spitze zwischen Kiemenhöhle, respective Mitteldarm und oberer Pericardial- respective Peritonealplatte ein wenig ein. Wir haben demnach hier 4 Fortsätze der Urwirbelmassen zu unterscheiden, einen oberen, der zur Membrana reuniens superior RATHKE wird, und drei untere, von denen der laterale sich zwischen Sinnesblatt und obere Pericardial- oder Peritonealplatte einschiebt und später zur wahren Hautmuskelplatte wird, einen medialen der den Raum zwischen Medullarrohr und Chorda ausfüllt, also im Wesentlichen der Anlage eines Wirbelkörpers entspricht, indem er die Chorda umwächst; und einen intermediären, der sich zwischen Darm und Pericardial- oder Peritonealplatte einschiebt und insofern, als er bestimmt scheint die Faserwand der Kiemenhöhlen- und vorderen Darmregion zu bilden, der intermediären Zellmasse des Rumpfes im Bereiche der Urnierengänge analog ist.

Die Veränderungen in der Rumpfregion, die ich noch zu schildern habe, betreffen hauptsächlich die intermediären Zellmassen (*iZ*). Ihre Wanderung von der äusseren Seite der Urwirbel an deren untere geben die Figg. XII 4., XIII 3. und XVI 3. wieder, sie wurde schon besprochen. Auf Fig. XVI 3. (33. Tag) berühren sich die beiden intermediären Zellmassen in der Medianlinie, diese innige Annäherung ist der Vorläufer ihrer Verschmelzung, welche sich weiter vorn im Rumpfe auf Fig. XVI 2. bereits zu vollziehen beginnt und in Fig. XVIII 2. (35. Tag) aus der vordersten und XVIII 3. aus der hinteren Rumpfregion bereits vollzogen hat. Schon auf Fig. XVI 3. (33. Tag) sind die intermediären Zellmassen von einer ganz plattzelligen einschichtigen Kapsel umzogen. Diese Kapsel scheint anzudeuten, dass die intermediären Zellmassen von den Urwirbeln zu trennen sind, dies beweisen Sagittalschnitte aus diesem und früheren Stadien, indem sie zeigen, dass Quertheilungen nur in der oberen Hälfte des Rumpfes, also in den bisher allein als Urwirbel bezeichneten Massen sich finden, während sie in der intermediären Zellmasse fehlen.

Ich habe oben pag. 76. erwähnt, dass die intermediären Zellmassen im hintersten Rumpftheile aufhören, wie im vordersten. Ein Schnitt aus der hintersten Region des Rumpfes, schon nahe der Schwanzknospe, von einem 34tägigen Embryo Fig. XVII 2., zeigt dieses Verhältniss. Die intermediären Zellmassen fehlen, statt ihrer liegen die Urwirbel dem Darm auf, der hier, als Hinterdarm, geschlossen erscheint und bereits ein Lumen zeigt; die Fortsetzung des auf Fig. XI 4. abgebildeten. Die Urwirbel haben fast eine birnförmige Gestalt, d. h. sie sind nach oben etwas ausgezogen, sie schmiegen sich medialwärts innig an das Medullarrohr und die Chorda an, nach unten an das Darmdrüsenblatt und an die mediale Umbiegungsstelle der hier sehr lang ausgezogenen Peritonealplatten, zwischen denen eine Höhle noch nicht existirt. (Sowie auch der Urnierengang hier noch nicht abgeschnürt ist.) Nach oben und aussen, also mit ihrer Spitze, stossen die Urwirbel an das Sinnesblatt, das hier zum ersten Male scharf gegen die obere Schichte des Medullarstranges abgegrenzt ist. Von der Spitze der Urwirbel geht das Sinnesblatt brückenartig direct auf den lateralen Theil der langen Peritonealplatten über, es bedeckt somit links und rechts einen im Durchschnitte dreieckigen, leeren Raum, der anderseits durch die äussere Urwirbelfläche und die obere Peritonealplatte eingefriedet wird. Die Urwirbel selbst lassen deutlich eine Hülse aus ziemlich langen, cylindrischen, radiärgestellten und einen Kern aus rundlich-polygonalen Zellen erkennen. Ich kann nicht sagen, ob die intermediären Zellmassen nach hinten mit den Urwirbeln verschmelzen oder ob sie plötzlich aufhören wie nach vorn zu, da ich leider nicht mehr im Stande war Sagittalschnitte anzufertigen, als mir diese Frage aufstiess; allein soweit successive Querschnitte hierüber Aufschluss geben können, glaube ich das letztere für das Richtige halten zu dürfen.

Bevor ich die Beschreibung dieser Stadien schliesse, muss ich noch auf zweierlei aufmerksam machen, nämlich darauf, dass die Chorda, die nach ihrem ersten Auftreten als loser dicker Zellstrang sich zunächst verschmächtigte, jetzt wieder an Durchmesser gewonnen hat, man vergleiche z. B. Figg. XII 4. und XIII 3. Gleichzeitig hat sie aber auch eine ganz andere Structur angenommen, sie besteht, wie Quer- und Längsschnitte lehren, aus lauter ganz dünnen, scheibenförmigen Zellen, die so gestellt sind, dass ihre Kerne an alle möglichen Puncte des Chordaquerschnittes zu liegen kommen. Bei der enormen Dünnheit jener Zellen und der Durchsichtigkeit der Schnitte, zeigt ein Querschnitt der Chorda stets viele Zellkerne nebeneinander und eine Menge sich kreuzender Contouren, so dass es meist aussieht, als bestände die Chorda aus lauter radiär oder concentrisch angeordneten, kleinen, kernhaltigen Zellen, deren Zahl auf den Querschnitten gegen das zugespitzte Ende derselben hin abnimmt. — Eine zweite Eigenthümlichkeit, die ich hervorheben muss, ist die, dass die lateralen Enden der Pericardialplatten und, successive auch von vorn nach hinten fortschreitend, die lateralen Enden der Peritonealplatten, vom 33. Tage an ungefähr, untereinander verschmelzen d. h. sich so vereinigen, dass sie in einander umbiegen, die ganze Rumpfhöhle sich also nach aussen hin abschliesst und so aus einem Spalt in einen Sack verwandelt Fig. XVII 1. Dieser Sack ist jedoch deshalb in seinem Wachsthum in die Breite nicht gehemmt, vielmehr erweitert er sich successive nach aussen und zwar zunächst besonders im Bereiche der Pericardialhöhlen. Gleichzeitig wächst auch der noch nicht geschlossene Theil der Peritonealhöhle und zwar besonders im hintersten Rumpftheile, wo früher die genannten Platten ganz kurz waren, sehr in die Breite, so dass der laterale Schluss dieses Theiles der Peritonealhöhle erst in einem beträchtlichen Abstande von den Urwirbeln sich vollzieht.

Ich will nun am Schlusse dieses Capitels noch auf die Entstehungsweise des Urnierenganges zurückgreifen. Ich beabsichtige hier durchaus nicht die ganze Literatur der Entstehung des Urnierenganges beim Hühnchen und bei den Batrachiern zu recapituliren, ohnehin ist dieselbe nichts als ein mehr oder weniger grundloses Hin- und Herschleudern des in Rede stehenden Organes zwischen dem oberen und dem mittleren Blatte. Der erste, der mir die Entstehung des Wolff'schen Ganges aus dem mittleren Keimblatte nachgewiesen zu haben scheint, ist Dursy.[1] Dursy leitet denselben aber nicht wie Remak aus dem inneren Rande der Seitenplatten, sondern aus dem äusseren Theile der Urwirbelplatten ab. Waldeyer[2] hat dann den Ort, wo die Bildung des Urnierenganges vor sich geht, genauer präcisirt. Der Urnierengang entsteht nach Waldeyer aus den oberen Schichten desjenigen Stückes des mittleren Blattes, das die gespaltenen Seitenplatten, direct Remak's Mittelplatten, mit den Urwirbeln verbindet und somit strenge genommen keinem von beiden angehört. Waldeyer hat auch den Bildungsmodus des Urnierenganges genau verfolgt und behauptet, dass das Lumen desselben nicht in jenem schon von Dursy deutlich abgebildeten Höcker des Verbindungsstückes auftrete, also nicht innerhalb einer soliden Zellmasse, sondern dadurch entstehe, dass ein aus jener Zellmasse gebildeter Fortsatz sich nach aussen umlege, wodurch ein Rohr sich bilde, das mit dem Verbindungsstücke zuerst verwachsen ist und erst später sich von demselben abgrenzt.

Im gleichen Jahre, als Dursy den Beweis geliefert hatte, dass der Urnierengang des Hühnchens aus dem mittleren und nicht aus dem oberen Keimblatte entstehe, wurde dasselbe von Rosenberg (l. c.) für den Hecht bewiesen; zwei Jahre später lieferte dann Götte[3]) für den Bombinator igneus den gleichen Beweis. So war denn die von

---

1) Dursy, der Primitivstreif des Hühnchens. Lahr 1867.

2) Waldeyer, Eierstock und Ei. Leipzig 1870.

3) Götte, Untersuchungen über die Entwicklung des Bombinator igneus. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. 5. 1869.

Remak zuerst aufgestellte Behauptung, dass der Urnierengang nicht vom oberen sondern vom mittleren Keimblatte stamme, allen gegentheiligen Ansichten zum Trotz und im Widerspruche mit den Gesetzen der Keimblattlehre, die sich unterdessen immer mehr befestigt und ausgebildet und in den neueren Forschungen auf dem Gebiete der Epithelneubildungen eine ganz bedeutende Stütze erlangt hatte, bewiesen. Ja mehr noch, wir erfahren durch die Beobachtungen von Waldeyer (l. c.), dass auch das Epithel des Müller'schen Ganges beim Hühnchen und die epithelialen Gebilde des Eierstockes ebenfalls dem mittleren Keimblatte entstammen und zwar dem von Waldeyer als Keimepithel bezeichneten Reste der ursprünglich die Peritonealhöhle auskleidenden Epithelschichte, die sich, wie wir wissen, beim weiblichen Frosch zeitlebens sogar in der ganzen Ausdehnung des Peritoneums als wahres Flimmerepithel erhält. Nach Waldeyer sind es beim Hühnchen die Mittelplatten Remak's und ihr Verbindungsstück, welche die gemeinsame Anlage des Urogenitalepithels enthalten.

Ich muss nun vor allem constatiren, dass die Entwicklung der Urnierengänge, wie ich sie eben von der Forelle und Rosenberg vom Hecht geschildert hat, mit der Entwicklungsweise desselben Organes bei Bombinator nach Götte vollkommen übereinstimmt. Die Urnierengänge entstehen in beiden Fällen aus einer einzelligen Schichte, welche ursprünglich lateralwärts von den Urwirbeln liegt und die Götte nach Remak obere Seitenplatte nennt, Rosenberg Hautplatte und welche ich obere Peritonealplatte genannt habe. Obere und untere Seitenplatte setzten sich nach Götte medialwärts in die periphere, aus Cylinderzellen gebildete Schichte der Urwirbel fort, welche er obere und untere Hülse der Urwirbel genannt hat, im Gegensatz zu deren centraler Masse, dem Urwirbelkern. Diese Schilderung des Verhaltens der Seitenplatten Götte's beim Bombinator stimmt genau mit der von mir vom Forellenembryo gegebenen Schilderung des Verhaltens der Urwirbel zu den Peritonealplatten. Erstere lassen einen Kern und eine periphere Cylinderzellenschichte unterscheiden, die sich ursprünglich lateralwärts in die obere und untere Peritonealplatte fortsetzt. Ebenso stimmt beides mit dem Verhalten der Seitenplatten Remak's zu den Urwirbeln beim Hühnchen, wie es Schenk[1] schildert. Auch Schenk lässt die Hautmuskel- und Darmfaserplatte Remak's aus einer Schichte sehr schmaler, langer, aufrecht nebeneinander stehender Zellen bestehen, die sich in die periphere Schichte der Urwirbel fortsetzt. Schenk zeichnet die primitive Anlage des Urnierenganges aber als runde, solide Zellmasse (im Querschnitt) hart über dem Verbindungsstücke der Seitenplatten mit den Urwirbeln und zwar ohne directen Zusammenhang mit den letzteren. Schenk konnte jedoch nicht angeben, wie der hohle Urnierengang eigentlich entstehe. Die Zeichnung Fig. 3., welche Schenk giebt, um dieses Verhalten deutlich zu machen, stimmt allerdings mit keiner der von Waldeyer gegebenen Zeichnungen überein. Waldeyer zeichnet nirgends aus einer Zellschichte bestehende Seitenplatten. Ich kann jedoch die Abbildung Schenk's, nach meinen eigenen Präparaten von einem Hühnerembryo mit 13 Urwirbeln nur für richtig erklären, muss es aber demnach dahingestellt sein lassen, ob Waldeyer's Ansicht über die Entstehungsweise des Lumens des Urnierenganges die richtige ist oder nicht. Nur so viel glaube ich steht fest, dass das, was Waldeyer als die Ursprungsstätte des Urnierenganges ansieht, es auch wirklich ist. Dafür sprechen die Bilder, welche Dursy, Schenk und Waldeyer geben und die ich, — leider nicht in hinreichender Anzahl, was die Stadien anlangt, — selbst aus meinen eigenen Schnitten kenne. Schenk und Götte stimmen ferner darin überein, dass die Seitenplatten nur zur Auskleidung der Peritonealhöhle werden, dass aber die wahren Hautmuskel- und Darmfaserplatten erst von den Urwirbeln auswachsen. Dasselbe kann ich von der Forelle behaupten. Ich glaube also, es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die die Peritonealhöhle begrenzenden, medialwärts ineinander übergehenden Spaltungsproducte des mittleren Blattes bei Fischen, Amphibien und Vögeln den gleichen Werth haben, und dass sie blos das Peritonealepithel, den Urnierengang, das Pericardialepithel und endlich (beim Hühnchen wenigstens) das Genital- oder Keimepithel (Waldeyer) bilden. Nur beim Hühnchen bleibt ausser den Urwirbeln noch lateralwärts ein Rest des mittleren Keimblattes der zum Gefässhofe wird. In Bezug auf die Stammschichte des Urnierenganges in den drei angegebenen Wirbelthierklassen herrscht also wohl Uebereinstimmung. Bezüglich des Entstehungsmodus, weniger in Bezug auf den genaueren Ort der Entstehung desselben, herrscht Verschiedenheit, was das Huhn betrifft, wenn wir Waldeyer's Schilderung zu Grunde legen, gegenüber den Batrachiern und Knochenfischen, die untereinander vollkommene Uebereinstimmung bis ins Kleinste zeigen. — Soweit die Thatsachen.

---

[1] Schenk, Beitrag zur Lehre von den Organen im motorischen Keimblatte. Sitzungsb. der Wiener Acad. mathem. naturw. Classe. Bd. 57. II. 1868.

Waldeyer hat es nun versucht, den Urnierengang, wenn er auch nicht direct aus dem oberen Keimblatte sich abschnürt, dennoch indirect von demselben abzuleiten. Waldeyer zeigte (l. c.), dass der Axenstrang des Hühnchens, der zum grossen Theile, vielleicht zum grössten, aus Zellen des oberen Keimblattes bestehe, nicht blos die Medullarplatten und die Chorda, sondern auch die Urwirbel aus sich hervorgeben lasse; er machte ferner darauf aufmerksam, dass die Zellen des oberen Blattes im Axenstrange nach auswärts wuchern, sie sollen bis in die Gegend der Urogenitalanlage wachsen, und deshalb hält es **Waldeyer** für höchst wahrscheinlich, dass die Zellen, aus denen die primitive Urogenitalanlage besteht, ursprünglich dem oberen Keimblatte entstammen, wenn sie auch dem mittleren einverleibt sind.

Der Axenstrang scheint sich, in Bezug auf Structur und das, was aus ihm entsteht, bei den Batrachiern ähnlich zu verhalten wie beim Hühnchen. Auch bei den Batrachiern entstehen aus einer Stelle, in welcher oberes und mittleres Keimblatt verwachsen sind die Medullarplatten, die Chorda und die Urwirbel, wie aus dem Vergleiche der Figg. 7. und 8. in **Götte**'s citirter Abhandlung deutlich hervorgeht. Ich glaube daher, dass **Waldeyer**'s Raisonnement auch auf die Verhältnisse im Batrachierei eine berechtigte Anwendung finden könnte. Allein, wenn auch **Waldeyer** gezeigt hat, dass die Möglichkeit, die Urogenitalanlage beim Hühnchen vom oberen Keimblatte abzuleiten, besteht, so glaube ich, ist er doch weit entfernt den Ursprung derselben aus dem genannten Blatte bewiesen zu haben. Ich glaube aber im Gegentheile nachweisen zu können, dass eine Ableitung der Peritonealplatten der Forelle vom oberen Keimblatte im Sinne **Waldeyer**'s wohl nicht versucht werden kann.

Ich habe allerdings auch bei der Forelle zunächst in der Rumpfaxe ein Gebilde gefunden und ebenfalls als Axenstrang bezeichnet, in welchem Sinnes- und mittleres oder motorisches Blatt nicht so deutlich getrennt sind als in den seitlich von jener Gegend gelegenen Parthien der primitiven Embryonalanlage. Dieses Gebilde findet sich zuerst im hinteren Theile der primitiven Embryonalanlage, aus welchem wir die Schwanzknospe (und den Rumpf) hervorgehen sehen und wächst von hier aus nach vorn. Gegen jene Stelle hin verdünnt sich das Sinnesblatt immer mehr, so dass ich selbst geneigt bin zu bezweifeln, ob es wirklich hier bis an die äusserste Peripherie der Embryonalanlage reicht. Wo sich aber einmal (weiter vorne) das Sinnesblatt gegen das motorische durch eine deutliche Cylinderzellenreihe absetzt, dort schlägt es sich im Axenstrang über den concentrisch geschichteten Theil desselben, aus welchem die Chorda hervorgeht, hinüber. Es sind die Cylinderzellen selbst, welche sich gegen jene concentrisch-geschichtete Zellmasse des mittleren Keimblattes hin verlängern, Spindelform annehmen und in mehrfacher Lage an der Bildung des Axenstranges betheiligen. Nicht deutlich geschieden, (d. h. durch einen scharfen, glatten Contour) sind Sinnesblatt und mittleres also nur über jenem concentrisch-geschichteten Theile des mittleren Keimblattes, im Bereiche einer Anlage, die blos zur Chorda wird.

Ein so diffuses Ineinanderwachsen der Zellen des mittleren und oberen Blattes, wie im Axenstrange des Hühnchens, findet also nicht statt, vor allem aber nicht ein nach auswärts Wuchern der Zellen des Sinnesblattes in die Masse des mittleren hinein. Allerdings wuchert das Sinnesblatt in der Mitte, es wird breiter und dicker und drängt, indem es sich zum Medullarstrange umwandelt, die concentrisch-geschichtete Zellmasse des mittleren Blattes nach unten, allein jene Vergrösserung und Verdickung des medialen Theiles des Sinnesblattes geht blos auf Kosten seiner oberen und theilweise in den mehr seitlichen Parthien vertretenen Schichten desselben vor sich, nach aussen ist der Rumpftheil des sich bildenden Medullarstranges gegen das mittlere Blatt, gegen jenen Theil desselben, aus dem zunächst die Urwirbel hervorgehen, stets scharf geschieden, indem sich die Cylinderzellenschichte des Sinnesblattes mit in das mittlere einsenkt. Abgesehen von dem Mangel einer diffus nach den Seiten in das mittlere Keimblatt ausgreifenden Wucherung des Sinnesblattes, sehen wir aber die Peritonealplatten sich gerade an der äussersten Stelle des Querschnittes durch den Embryonalschild anlegen (cf. Fig. VIII 2. und 3.) und erst später, wenn die Urwirbelplatten sich der Quere nach verkürzen, die Urwirbel selbst sich bilden, und die intermediären Zellmassen sich an die untere Fläche derselben begeben, sehen wir die Peritonealplatten weiter gegen die Medianlinie vorrücken und sich einander nähern. Allerdings ist zu bedenken, dass, im Beginne der Bildung der Urwirbel, die Peritonealplatten die lateralen Ausläufer der peripthersten Schichte derselben darstellen, die dorsal-, medial- und ventralwärts die von mir Seitenplatten genannten Theile des mittleren Keimblattes gegen das Sinnesblatt und den Medullarstrang, die Chorda und das Darmdrüsenblatt begrenzt; allein an eine Ableitung dieser Schichte aus dem Sinnes- oder Darmdrüsenblatte in deren ganzer Ausdehnung ist noch weniger zu denken als an eine Ableitung vom Antheile des Sinnesblattes am früheren Axenstrange. Ich muss daher die Abstammung des Peritoneal- und Pericardialepithels und somit auch des Epithels der Urogenitalanlage aus dem oberen Keimblatte für die Vögel und Batrachier als unerwiesen ansehen, für die Knochenfische aber geradezu unmöglich halten.

Rosenberg (l. c.) hat auf die blosse Thatsache hin, dass der Urnierengang nicht aus dem oberen, sondern aus dem mittleren Keimblatte sich bildet, ohne den Beweis anzutreten, dass jene Zellen, aus denen er entsteht, auch wirklich nicht vom oberen Blatte ableitbar sind, die Keimblattlehre und mit ihr das Gesetz der Specificität der Gewebe für unhaltbar erklärt. Ich glaube darin ist Rosenberg zu weit gegangen. Die Frage, ob eine Bindegewebszelle zu einer Epithel- oder Ganglienzelle werden kann und die Frage, ob auch aus dem mittleren Keimblatte Epithelzellen entstehen können, sind nicht in einem so nothwendigen Zusammenhange, dass sie miteinander stehen und fallen müssen. Zudem scheint mir der Satz »auch aus dem mittleren Keimblatte können Epithelzellen entstehen« den Thatsachen nicht genau zu entsprechen, da er eine Verallgemeinerung enthält, welche mir nach den stricten Beobachtungen am Hühnchen, den Batrachiern und den Knochenfischen nicht gerechtfertigt scheint. Thatsache ist es, dass aus dem oberen Keimblatte nur Elemente der Horngebilde, Drüsen- und Ganglienmasse entstehen, Thatsache, dass aus dem Darmdrüsenblatte ebenfalls blos Epithelien- und Drüsensecretionszellen werden, Thatsache endlich, dass ein ganz bestimmter Theil des mittleren Keimblattes, nämlich jene Schichte, welche die Urwirbelplatten nach oben, innen und unten umkleidet und sich lateralwärts in die Peritoneal- und Pericardialplatten fortsetzt, in ihren lateralen Theilen wenigstens, gleich dem oberen und unteren Keimblatte, ächte Epithelien liefert. Dass aus den Urwirbelkernen auch Epithelien werden können, ist von Niemanden noch bewiesen worden, selbst von His[1] nicht (wie Waldeyer (l. c.) ganz richtig bemerkt), der die Abstammung des Urnierenganges aus denselben behauptete. Dagegen scheint mir die Angabe von Götte, dass aus den Hülsen der Urwirbel bei Bombinator die Spinalganglien und die Ganglien des Sympathicus sich entwickeln sollen, volle Aufmerksamkeit zu verdienen, denn, wenn diese Angabe Götte's sich bestätigen sollte, so würde sich der Unterschied zwischen den mittleren und den seitlichen Theilen des oberen Keimblattes in der Grenzschichte des mittleren wiederholen. Allerdings will Götte auch Bindegewebe von den Urwirbelhülsen ableiten, allein Schenk (l. c.) hat für das Hühnchen gezeigt, dass die Faserschichte des Darmes und der seitlichen Leibeswand aus den Urwirbelkernen entsteht, worin ich ihm nur beistimmen kann. Sei dem übrigens, wie ihm wolle, wenn wir auch die Schicksale jenes Theiles der peripheren Schichte der Seitentheile des mittleren Keimblattes, welcher die Hülsen der Urwirbel bildet, leider noch nicht genau kennnen, so wissen wir doch über die Verwendung des lateralen Theiles jener Zellschichte genug um ihren Character als Epitheliallage nicht zu verkennen. Weitere Untersuchungen, hoffe ich, werden in dieses verwirrte Gebiet dennoch endliche Klarheit bringen.

---

[1] His, Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Leipzig 1868.

Tafelerklärungen.

1. Erklärung der Buchstaben in alphabetischer Ordnung.

Ab primitive Augenblase,
ao Aorta (nachdem sie ein Lumen zeigt),
Aob Aortenbogen (nachdem sie ein Lumen besitzen),
as Aortenstrang,
Ax Axenstrang,
Ch Chorda dorsalis.
D Dottermasse,
d Darmdrüsenblatt oder unteres Keimblatt,
Dk Decke der Keimhöhle,
Dv Dottervenen,
E Embryonalanlage, Embryonalschild, Embryo,
ep, *ep'*, *ep''* Epidermis oder Hornblatt,
Es Embryonalsaum,
Fh Fortsetzung der Herzwand in die untere Wand der Aortenbogen,
H Keimhöhle,
Hd Hinterdarm oder Enddarm.
Hh Höhle des Herzschlauches,
Hw Wand des Herzschlauches,
iZ intermediäre Zellmasse des mittleren Keimblattes,
iZc verschmolzene intermediäre Zellmassen des mittleren Keimblattes,
K Kopftheil des Embryo,
Kax Kopftheil des Axenstranges, der später Gehirn wird,
Kh Kiemenhöhle oder deren solide Anlage, oder die Stelle im Darmdrüsenblatte, von der die Bildung derselben ausgeht,
Kp Kopfplatten des mittleren Keimblattes,
Ksp Kiemenspalte,
ks Keimsaum,
kw Keimwulst,
k Zellmasse, welche dem noch nicht von einander gesonderten mittleren und unteren Keimblatte entspricht,
m mittleres Keimblatt oder dessen Seitenplatten,
Md Mitteldarm,
Mkp Kapsel des Medullarrohres, aus platten Zellen in einfacher Lage bestehend,
Mr Medullarrohr,
Ms Medullarstrang,
Ob Ohrbläschen,
opp' obere Pericardialplatte,
pA primitive solide Anlage des Auges (Augenknospe) oder die Stelle am Medullarstrang, an der sie entstehen wird,

Pc Pericardialhöhle,
pH primitive solide Anlage des Herzens,
pO primitive solide Anlage des Ohrbläschens,
pp Peritonealplatten,
pp' Pericardialplatten,
ppZ Zone der Peritonealplatten,
Pt Peritonealhöhle,
R Rumpftheil des Embryo,
RAx Rumpftheil des Axenstranges,
Rf Rückenfurche,
s Sinnesblatt,
s' medialer in die Organisation des Axenstranges übergehender, aus Spindelzellen bestehender Theil des Sinnesblattes,
S Schwanzknospe,
SAx Schwanzknospentheil des Axenstranges,
SRf secundäre Rückenfurche,
Sv seitlich von der Rückenfurche in der hintersten Parthie des Kopftheiles gelegene Grübchen, der Gegend entsprechend, wo sich später das Ohrbläschen zeigt oder dieselbe Stelle an den Durchschnitten,
Ug Urnierengang oder Urnierenfalte,
up Urwirbelplatte,
upp' untere Pericardialplatte,
uw Urwirbel,
uwZ Urwirbelzone,
V, V', V'' Vertiefungen oder Erweiterungen der Rückenfurche in der Ordnung, wie sie nacheinander entstehen,
V_1, V_2, V_3 dieselben Vertiefungen in der Ordnung von vorn nach hinten numerirt,
v seitliche Verlängerung der unteren Wand des Herzschlauches auf dem Dotter,
Vd Vorderdarm,
Z Zellen des Keimes, welche von der unteren Fläche desselben auf den Dotter herabgefallen sind oder, als der Keim sich abhob, auf der Dotteroberfläche zurückblieben,
Z' eben solche Zellen, welche sich in die oberflächlichsten Schichten des Dotters vergraben haben,
Z'' Haufen ebensolcher, aber kleinerer Zellen im Dotter, welche wahrscheinlich aus einer grossen durch Theilung hervorgegangen sind und später zwischen Dotter und Embryo einwandern dürften,
Z''' etwas grössere Zellen als die der Herzwand, welche unter deren peripherer Ausbreitung auf dem Dotter liegen und wahrscheinlich aus dem letzteren eingewandert sind.

Erklärung der einzelnen Figuren.

Tafel I.

Sämmtliche Figuren sind mit Hartnacks System 5 und Ocular 3 und eingeschobenem Tubus aufgenommen und mit System 7 oder 8 ausgeführt.

Fig. 1. Sagittalschnitt durch einen Keim vom 12. Tage, an dem soeben die Keimhöhle aufgetreten ist und zwar excentrisch. Der der Keimhöhle entgegengesetzte Theil des Keimes entspricht der Stelle, an der sich später die primitive Embryonalanlage zeigt.

Fig. 2. Sagittalschnitt durch einen Keim vom 13. Tage, die Keimhöhle hat sich blos nach einer Seite hin vergrössert. Die Decke der Keimhöhle ist noch sehr dick, die Stelle an der Keimperipherie, welche der späteren primitiven Embryonalanlage entspricht, erscheint noch immer bedeutend mächtiger als die übrigen Theile des Keimsaumes.

Fig. 3. Sagittalschnitt durch einen Keim vom 14. Tage, in der Masse *E*, welche der Embryonalanlage entspricht, ist bereits eine Scheidung in eine obere mehrfache Lage mehr länglicher Zellen, die sich in die noch sehr mächtige Keimhöhlendecke fortsetzen und in eine untere, rundlich-polygonaler vor sich gegangen, die dem unteren und mittleren Keimblatte entspricht. Die entgegengesetzte Stelle der Keimperipherie erscheint bereits dicker als die Decke der Keimhöhle und wurde daher als Keimwulst bezeichnet *kw*.

Fig. 4. Sagittalschnitt durch die Embryonalanlage und die Keimhaut eines Forelleneies vom 18. Tage nahe der Medianebene. Der Schnitt trifft die Stelle der späteren Schwanzknospe und tangirt den Axenstrang.

Fig. 5. Sagittalschnitt durch denselben Keim mehr lateralwärts, er zeigt die deutliche Scheidung der Embryonalanlage in Horn- und Sinnesblatt und eine untere Masse von rundlich-polygonalen Zellen (mittleres und unteres Keimblatt).

Fig. 6. Sagittalschnitt durch einen Embryo vom 22. Tage nahe der Medianebene, in seiner vorderen Parthie ist der Schnitt nach unten defect. Der Schnitt zeigt den successiven Uebergang aller Keimblätter in die Zellen der Schwanzknospe und der Zellen des mittleren Keimblattes in die des Kopftheiles des Medullarstranges.

Fig. 7. Flächenansicht des Keimes vom 19. Tage. Stadium des runden Embryonalschildes.

Fig. 8. Flächenansicht des Keimes vom 20. Tage. Stadium des querovalen Embryonalschildes mit der Rückenfurche.

Fig. 9. Flächenansicht des Keimes vom 21. Tage. Stadium des birnförmigen Embryonalschildes.

Fig. 10. Flächenansicht des Embryo vom 22. Tag. Stadium des lanzettförmigen Embryonalschildes.

Fig. 11. Flächenansicht des Embryo vom 23. Tage. Stadium des lanzenspitzförmigen Embryo. Am Kopftheil sind drei den primitiven Gehirnabtheilungen entsprechende, gegeneinander und gegen den Rumpf *R* eingeschnürte Abschnitte zu unterscheiden.

Fig. 12. Flächenansicht des Embryo vom 24. Tage, die drei Abtheilungen des Gehirns sind nicht mehr so deutlich von aussen zu sehen, wie in der vorigen Figur.

Fig. 13. Embryo vom 27. Tage von oben gesehen, *Ms* der kielartig nach oben vorspringende Medullarstrang. *uZ* Urwirbelzone, *ppZ* Zone der Peritonealplatten, die beide mehr nach vorn zu nicht mehr deutlich hervortraten.

Fig. 14. Derselbe Embryo nach Aufhellung mit Terpentin, einige Urwirbel und den in seinen unteren Parthien geschlängelt verlaufenden Medullarstrang zeigend (*Ms*).

Tafel II. III. und IV.

Fig. I 1—4. Querschnitte durch die vom Anfang der Entstehung einer Keimhöhle dickste Stelle des Keimsaumes, beim Beginne der Scheidung ihrer Zellmasse in Sinnesblatt und eine untere Zellmasse die dem vereinten mittleren und unteren Keimblatte entspricht (18. Tag).

Fig. I 1. Querschnitt aus der peripherslen Stelle, der späteren Schwanzknospe entsprechend.

Fig. I 2. Querschnitt durch die Mitte dieser dicksten Stelle des Keimwulstes.

Fig. I 3. Querschnitt durch die vordere Parthie derselben.

Fig. I 4. Querschnitt durch die Keimhöhle und deren Decke nahe vor jener Stelle.

Fig. II 1—3. Querschnitte aus der primitiven Embryonalanlage,

Fig. II 1. Querschnitt durch die vordere Parthie der Schwanzknospe,

Fig. II 2. Querschnitt durch die Mitte der Embryonalanlage,

Fig. II 3. Querschnitt durch das vordere Ende derselben, nahe dem hinteren Theile der Keimhöhle.

Fig. III 1. Querschnitt mitten durch den runden Embryonalschild der Fig. 7. (19. Tag).

Fig. IV 1—3. Querschnitte durch den querovalen Embryonalschild mit der Rückenfurche der Fig. 8. (20. Tag).

Fig. IV 1. Querschnitt durch den hinteren Theil der Schwanzknospe.

Fig. IV 2. Querschnitt durch den vordersten Theil der Schwanzknospe.

Fig. IV 3. Querschnitt durch den Embryonalschild in der vorderen Hälfte der Rückenfurche.

Fig. V 1. und 2. Querschnitte durch den birnförmigen Embryonalschild der Fig. 9. (21. Tag).

Fig. V 1. Querschnitt durch das vorderste Stück der Rückenfurche,

Fig. V 2. Querschnitt durch den vordersten Theil des Embryonalschildes, vor der Rückenfurche.

Fig. VI 1—8. Querschnitte durch den lanzettförmigen Embryonalschild der Fig. 10. (22. Tag).

Fig. VI 1. Querschnitt durch die Mitte der Schwanzknospe.

Fig. VI 2. Querschnitt durch den hinteren Theil des Rumpfes. (Beginn der Rückenfurche.)

Fig. VI 3. Querschnitt aus der Uebergangsregion vom Rumpf in den Kopf.

Fig. VI 4. Querschnitt durch die Gegend der beiden seitlichen Grübchen *sV* (hinterster Theil des Kopfes, Ohrgegend).

Fig. VI 5. Querschnitt ungefähr durch die Mitte des Embryo (mittlere Grube der Rückenfurche V').

Fig. VI 6. Querschnitt durch die Gegend der vordersten Grube der Rückenfurche V'' (Augengegend).

Fig. VI 7. Querschnitt etwas vor dem vorderen Ende der Rückenfurche.

Fig. VI 8. Querschnitt aus der vordersten Spitze des Embryonalschildes (Ende des Axenstranges).

Fig. VII 1—6. Querschnitte durch den lanzenspitzförmigen Embryo der Fig. 11. (23. Tag).

Fig. VII 1. Querschnitt durch den hinteren Theil der Schwanzknospe.

Fig. VII 2. Querschnitt durch den vorderen Theil derselben.

Fig. VII 3. Querschnitt aus dem hintersten Theil des Rumpfes.

Fig. VII 4. Querschnitt etwas vor der Mitte des Rumpfes.

Fig. VII 5. Querschnitt durch die vorderste Abtheilung des Gehirns (Region der Vertiefung V_1, Augengegend).

Fig. VII 6. Querschnitt durch die vorderste Spitze des Embryo.

Fig. VIII 1—5. Querschnitte durch den Embryo der Fig. 12. (24. Tag).

Fig. VIII 1. Querschnitt aus der Schwanzknospe.

Fig. VIII 2. Querschnitt aus der hinteren Rumpfgegend.

Fig. VIII 3. Querschnitt etwas vor der Mitte des Rumpfes.

Fig. VIII 4. Querschnitt durch die Gegend der dritten Hirnabtheilung V_3; (Ohrgegend).

Fig. VIII 5. Querschnitt durch die vorderste Hirnabtheilung V_1, (Augengegend.)

Fig. IX 1—2. Querschnitte durch einen Embryo vom 25. Tage.

Fig. IX 1. Querschnitt durch die Ohranlagen, (der Schnitt war unten defect).

Fig. IX 2. Querschnitt durch die Augenknospen.

Fig. X 1. Querschnitt durch die Ohrengegend und die Gegend der ersten Kiemenhöhlenanlage von einem Embryo vom 26. Tage.

Fig. XI 1—4. Querschnitte durch einen Embryo vom 27. Tage (Fig. 13. und 14.).

Fig. XI 1. Querschnitt ganz nahe der Schwanzknospe.

Fig. XI 2. Querschnitt durch die Urwirbelgegend.

Fig. XI 3. Querschnitt nahe dem vorderen Ende der Chorda, durch die spätere Kiemenhöhlengegend.

Fig. XI 4. Querschnitt durch die Augen und die Gegend der späteren ersten Kiemenspalte.

Fig. XII 1—4. Querschnitte durch einen Embryo vom 28. Tage.

Fig. XII 1. Querschnitt durch die hintere Augengegend.

Fig. XII 2. Querschnitt durch die Gegend des Ohrbläschens.

Fig. XII 3. Querschnitt durch die vordere Rumpfgegend.

Fig. XII 4. Querschnitt durch die mittlere Rumpfgegend.

Fig. XIII 1—3. Querschnitte durch einen Embryo vom 29. Tage.

Fig. XIII 1. Querschnitt durch die Ohrbläschen (hintere Wand) und die Kiemenspalte.

Fig. XIII 2. Querschnitt gleich hinter der Kiemenhöhle.

Fig. XIII 3. Querschnitt durch die mittlere Rumpfgegend.

Fig. XIV 1—5. Querschnitte durch einen Embryo vom 31. Tage.

Fig. XIV 1. Querschnitt vor dem Kopfende der Chorda durch die primitive Anlage des Herzens.

Fig. XIV 2. Querschnitt durch das Ohrbläschen, die Kiemenhöhle und den hintersten Theil der primitiven Herzanlage.

Fig. XIV 3. Querschnitt durch den hintersten Theil der Kiemenhöhle.

Fig. XIV 4. Querschnitt etwas hinter der Kiemenhöhle durch den Mitteldarm.

Fig. XIV 5. Querschnitt durch die mittlere Rumpfgegend und die Urnierenfalte.

Fig. XV 1. Querschnitt durch die primitive Herzanlage und das vorderste Ende der Chorda von einem Embryo mit 32 Tagen, den Zusammenhang der Herzanlage mit den Urwirbel- oder Kopfplatten zeigend.

Fig. XVI 1—3. Querschnitte durch einen Embryo vom 33. Tage.

Fig. XVI 1. Querschnitt durch die Herzgegend und das vorderste Stück der Chorda.

Fig. XVI 2. Querschnitt durch die vordere Rumpfgegend und das vordere Ende der intermediären Zellmasse des mittleren Keimblattes.

Fig. XVI 3. Querschnitt durch die mittlere Rumpfgegend.

Fig. XVII 1—2. Querschnitte durch einen Embryo vom 34. Tage.

Fig. XVII 1. Querschnitt nahe hinter der Kiemenhöhle durch den Mitteldarm.

Fig. XVII 2. Querschnitt durch das hinterste Rumpfstück, hinter dem Ende der intermediären Zellmasse des mittleren Keimblattes.

Fig. XVIII 1—3. Querschnitte durch einen Embryo vom 35. Tage.

Fig. XVIII 1. Querschnitt durch die Herzgegend, (der Schnitt ist in seinem oberen Theile nicht ausgezeichnet und aus zwei Schnitten combinirt, von denen der eine das Herz weiter vorn, der andere weiter hinten traf, dem ersteren ist die obere Hälfte des Herzens mit den Aortenbogen, dem letzteren die untere Hälfte des Herzens entnommen. Der Schnitt würde also von vorn und oben nach hinten und unten gehen.)

Fig. XVIII 2. Querschnitt durch die vordere Rumpfgegend, das vordere Ende der intermediären Zellmasse des mittleren Keimblattes und das vordere Ende des in Abschnürung begriffenen Urnierenganges.

Fig. XVIII 3. Querschnitt durch die hintere Rumpfgegend.

Fig. XIX. Querschnitt durch die Herzgegend eines Embryo vom 37. Tage und zwar durch die hintere Herzhälfte und das venöse Ende derselben. (Die obere Rumpfhälfte ist nicht ausgezeichnet.)

Ueber die Entwicklung des Extremitäten-Skeletes bei einigen durch Reductionen ihrer Gliedmassen characterisirten Wirbelthieren.

Von

Dr. med. **Alexander Rosenberg,**
Prof. d. Anat. u. Physiol. an d. Dorpater Veterinair-Schule

Mit Tafel V—VII.

> There is no more convincing proof of the truth of a comprehensive theory, than its power of absorbing and finding a place for new facts, and its capability of interpreting phaenomena which had been previously looked upon as unaccountable anomalies.
>
> ALFRED WALLACE.

Die Frage nach der Berechtigung der Descendenz-Theorie bildet, wie allbekannt, das Cardinalproblem der heutigen Morphologie; sie hat auf allen Gebieten des ausgedehnten morphologischen Terrains zu Untersuchungen angeregt und altbewährte Forscher wie homines novi sind in gleicher Weise bestrebt, am concreten Stoff die Zulässigkeit der Theorie und ihre Tragweite zu prüfen. — Bei dem bedeutenden allgemeinen Interesse, welches die Frage nach dem Geltungswerthe der Descendenz-Theorie besitzt, und bei den ausserordentlichen Schwierigkeiten, auf welche die Versuche zu ihrer Lösung stossen, wird auch der geringfügigste Beitrag zu dem bereits vorhandenen, für die allendliche Entscheidung verwerthbaren empirischen Material nicht abgelehnt werden können. Diese Erwägung hat die Untersuchung veranlasst, über die Bericht zu erstatten die Aufgabe der folgenden Blätter ist.

Unter den Thatsachen, auf welche gestützt die für die Anschauung von der Continuität alles organischen Lebens eintretende Descendenz-Theorie die Wandelbarkeit der organischen Form behauptet, beansprucht besondere Beachtung eine in stetigem Anwachsen begriffene Summe von Vorgängen, welche die Grunddisciplin der Morphologie, die Entwicklungsgeschichte, kennen lehrt. Es sind das diejenigen Fälle, wo im Verlauf der Entwicklung des Individuums vorübergehend specielle Organisationseigenthümlichkeiten sich ausbilden, deren Auftreten durch die Verhältnisse des entwickelten Organismus nicht gefordert wird, mithin etwas Unmotivirtes hat, und deren Existenz für das betreffende Individuum zwecklos ist, da alle diese Bildungen keinerlei Function übernehmen; dieselben verschwinden zudem, wie bereits angedeutet, nach einiger Zeit entweder vollkommen wieder, oder unterliegen doch wenigstens insoweit der regressiven Metamorphose, dass sie nur noch in Rudimenten persistiren. Die hohe Bedeutsamkeit dieser Thatsachen, für die bei hochdifferenzirten Thierformen alle Körpersysteme Beispiele bieten, liegt in dem Umstande, dass immer nur solche Bildungen temporär auftreten, die in den indifferenteren, geologisch älteren Formen desselben Grundtypus wohlentwickelt waren und in bestimmter Weise functionirten; ein Verständniss für dieselben kann erst gewonnen werden, wenn man mit der Descendenz-Theorie die Annahme macht, dass die Vorgänge während der Entwicklung des Individuums zugleich eine gedrängte Skizze des Entwicklungsganges seien, den die Art genommen.

Bei den Wirbelthieren sind unter den in Rede stehenden transitorischen Organisationsverhältnissen diejenigen die interessantesten, welche das Skelet betreffen, da aus leicht ersichtlichen Gründen das Skelet dasjenige System des Wirbelthierleibes ist, welches bei allen Untersuchungen über genealogische Beziehungen die meisten Anhaltspuncte liefert. Es war deshalb nahe gelegt, aus diesem Gebiete das Thema zu wählen: angeregt durch die bahnbrechende Arbeit von CARL GEGENBAUR über den Carpus und Tarsus habe ich bei einigen durch mehrfache Reductionen ihrer Gliedmassen characterisirten Wirbelthierformen die Entwicklung ihres Extremitäten-Skeletes hinsichtlich der Frage untersucht, wieviel von dem durch die Theorie Geforderten sich noch würde nachweisen lassen. Diese Forderungen sind durch GEGENBAUR präcise formulirt, seine eben genannte Untersuchung und die Nachträge zu derselben haben als Hauptresultat bekanntlich den Nachweis ergeben, dass die gesammte Formenfülle beider Extremitätenpaare der Wirbelthiere von einer und derselben Grundform, dem Archipterygium, sich ableitet. Eingehend sind dabei die Vorgänge dargelegt worden, welche für die vier oberen Wirbelthierclassen, deren primitives

Extremitäten-Skelet durch Reduction und »Umgliederung« aus dem Archipterygium entsteht, das schliessliche Zustandekommen auch der am Meisten von der Grundform sich entfernenden Extremitätenformen bedingt haben, und als specielles Beweismaterial wird eine grosse Zahl prägnanter, jedem nicht auf dem Boden der Descendenz-Theorie stehenden Erklärungsversuche trotzender Thatsachen mitgetheilt. Ungeachtet dieses letzteren Umstandes konnte es gleichwohl, — und darin fand die Aufnahme des Thema's ihre Motivirung —, fraglich bleiben, ob hinsichtlich der Specialitäten der Gegenstand bereits erschöpft sei, und die Annahme durfte statthaft erscheinen, dass eine auf eine möglichst geringe Zahl von geeigneten Untersuchungsobjecten sich beschränkende erneute Behandlung der in Rede stehenden Verhältnisse möglicherweise noch Einzelnes eruiren werde, was der mehrerwähnten Fundamentalarbeit, die ein kolossales Material hatte bewältigen müssen, entgangen sein konnte. Da gerade die Säugethiere bei Gegenbaur weniger eingehend behandelt worden, lag es nahe, das specielle Untersuchungsmaterial aus dieser Classe zu wählen. Welche Säugethierordnung hierbei in Betracht zu kommen habe, konnte nicht zweifelhaft sein; aus mehrfachen Gründen musste die Wahl auf die Ungulaten fallen. Einmal konnten aus der Artiodactylengruppe derselben mehrere verschieden weit reducirte Formen untersucht werden, sodann musste die Untersuchung des einzigen hierfür in Betracht kommenden Repräsentanten der Perissodactylen schon deshalb ein erhöhtes Interesse bieten, weil das betreffende Object in Bezug auf seine Extremitäten die reducirteste Form darstellt, die wenigstens unter Landsäugethieren gegenwärtig überhaupt existirt; und schliesslich war der Umstand massgebend, dass für keine Säugethierordnung ein reicheres paläontologisches Material vorliegt, als gerade für die Ungulaten. — Auf die Ungulaten sollte nach dem ursprünglichen Plane die Untersuchung sich beschränken; eine nachträgliche Erweiterung hat dieselbe insofern erfahren, als aus einem später zu erwähnenden Grunde auch die Entwicklung des bekanntlich ebenfalls stark reducirten Extremitäten-Skeletes der Vögel berücksichtigt worden ist. —

Hinsichtlich der Untersuchungsmethode ist zu bemerken, dass ich, — von ein paar vereinzelten Fällen, wo es sich um die Feststellung relativ grober Verhältnisse handelte, abgesehen —, durchweg die Zerlegung der Objecte in zur mikroskopischen Untersuchung geeignete Schnittserien geübt habe, da nur diese Methode genügende Garantieen dafür bietet, dass nichts übersehen werde. Betreffs der hierbei befolgten Technik auf das an einem andern Orte (Unters. üb. d. Entw. d. Teleostier-Niere. Diss. Dorpat 1867. S. 35 sqq.) darüber Gesagte mich beziehend, habe ich hier nur eine, mehrfache Vortheile bietende Modification der Färbungsweise zu erwähnen. Die Carmintinction der Objecte, die besonders für diejenigen Stadien, in welche der Beginn der Knorpeldifferenzirung fällt, kaum zu entbehren ist, aber auch die Untersuchung älterer Stadien sehr wesentlich erleichtert, wird zweckmässig erst vorgenommen, wann das in Chromsäurelösungen verschiedener Concentration erhärtete und, falls erforderlich, in verdünnter Salzsäure entkalkte Material bereits einige Zeit in möglichst wasserfreiem Alkohol gelegen hat; selbstverständlich muss hierbei in geeigneter Weise das Schwimmen der wegen der Durchtränkung mit Alkohol specifisch leichter gewordenen Objecte auf der Carminlösung verhütet werden. Es imbibiren sich alsdann auch voluminösere Objecte vollständig und ohne den Uebelstand einer zu saturirten Färbung der peripheren Schichten; die Consistenzverminderung bleibt unbedeutender und die vollkommene Schnittfähigkeit lässt sich leicht dadurch wieder herstellen, dass man die gefärbten Objecte neuerdings für einige Zeit in starken Alkohol bringt. — In Bezug auf die Schnittrichtungen wäre noch anzuführen, dass die Zerlegung der Objecte, je nach dem speciellen Zwecke, entweder in Querschnitte (Schnittebenen senkrecht zur Längsaxe der Extremität), oder in Flächenschnitte (Schnittebenen der Längsaxe parallel, vom Radial- resp. Tibial- zum Ulnar- resp. Fibularrande gehend), oder aber in Dorsovolarschnitte (Schnittebenen senkrecht auf den beiden vorigen) geschah; in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle sind Querschnittserien hergestellt worden. Zur Feststellung des für ein beliebiges Entwicklungsstadium geltenden Thatbestandes reichte meist die Untersuchung blos einer Extremität hin, seltener wurde das Extremitätenpaar untersucht und in vereinzelten Fällen lieferten mehrere gleich weit entwickelte Exemplare das erforderliche Material, wobei für die Richtigkeit der Auffassung schwierigerer Formverhältnisse die Zerlegung verschiedener Extremitäten nach verschiedenen Schnittrichtungen eine vorzügliche Controle abgab.

Die Untersuchungen, deren Beginn aus dem Anfange des II. Sem. 1868 datirt, haben im Allgemeinen nur langsam und nicht ohne mehrfache Unterbrechungen zu erfahren weitergeführt werden können, und auch jetzt noch besitzen einige Abschnitte, für die das Material nicht in der ausreichenden Zahl von Stadien zu beschaffen war, einen aphoristischen Character und entbehren der erforderlichen Abrundung. Dass trotz dieser Sachlage die Veröffentlichung nicht weiter hinausgeschoben wird, ist in dem Umstande begründet, dass ich für geraume Zeit, auch wenn ich in den Besitz des zur Ausfüllung der Lücken erforderlichen

Materiales gelangte, keine Gelegenheit zur Untersuchung desselben haben werde.

Bevor ich in die Erörterung der speciellen Verhältnisse eintrete, erübrigt nur noch, hier nochmals hervorzuheben, dass es nicht meine Aufgabe hat sein können, eine Darstellung der Entwicklung aller das Extremitäten-Skelet zusammensetzenden Einzelgebilde zu liefern, da hierbei nothwendiger Weise viel bereits Bekanntes umständlich hätte reproducirt werden müssen. Es werden deshalb nur für diejenigen Skeletstücke, über deren Deutung noch Meinungsverschiedenheiten bestehen, speciellere Angaben über ihre Entwicklung behufs Feststellung der Homologieen gemacht werden; die eigentliche Aufgabe der nachstehenden Mittheilungen bildet die Berichterstattung über den Ausgang der Versuche, die gemacht worden sind, diejenigen speciellen Organisationsverhältnisse aufzufinden, deren zeitweiliges Bestehen vom Standpuncte der Descendenz-Theorie aus postulirt werden muss. Immer hat das Hauptinteresse den Thatsachen nur insofern gegolten, als dieselben für oder wider die Descendenz-Theorie verwerthbar erscheinen; aus diesem Grunde hat die eingehende Besprechung der histiologischen Verhältnisse, die in Bezug auf die erst ungenügend gekannten wichtigen Vorgänge der regressiven Metamorphose den Vorwurf einer eigens auf ihre Untersuchung gerichteten Arbeit zu bilden verdienen, als ausserhalb der Grenzen des Thema's liegend angesehen werden müssen. —

I. Ungulata.

A. Artiodactyla.

Das Schwein.

Die erneute Behandlung der sogleich anzuführenden, schon von Gegenbaur (43 S. 45, 50, 53, 68, 69, 110, 114) an einer grössern Reihe von Objecten untersuchten, auf Verhältnisse des Carpus und Tarsus sich beziehenden speciellen Fragen war durch die Vermuthung bedingt, dass von den negativen Resultaten, welche Gegenbaur hinsichtlich des Nachweises der präsumirten primitiven Zustände für dieselben erhalten hatte, einzelne sich noch würden eliminiren lassen; die Berechtigung dieser Erwartung konnte am ehesten durch die Untersuchung des in Rede stehenden Objectes, dessen Extremitäten erst verhältnissmässig wenig reducirt sind, dargethan werden. Was die erwähnten Fragen anlangt, so war hinsichtlich des Carpus zunächst zu untersuchen, ob das Centrale vorübergehend angelegt werde und ob dasselbe eine Zusammensetzung aus zwei distincten Elementen (cf. 44 S. 165 und 47 S. 688, 689) erkennen lasse. Sodann musste ermittelt werden, ob das dem Carpale $^{4. 5.}$ des primitiven Handskeletes homologe Hamatum ursprünglich gleichfalls aus zwei discreten Elementen bestehe. Ferner war festzustellen, ob, — vom Pisiforme, welches **Gegenbaur** neuerdings (48 S. 348, 349) als letzten Rest eines fünften Radius gedeutet hat, abgesehen —, vorübergehend Verhältnisse sich ausbilden, die an die Zustände des radienreichen Archipterygium [1]) anknüpfen. Für den Tarsus war zu ermitteln, ob der dem Tibiale und Intermedium homologe Talus aus zwei isolirten Anlagen sich entwickle, und ob das gleiche Verhalten auch für das die beiden Centralien (cf. 44 S. 165 und 47 S. 701) repräsentirende Naviculare und das dem Tarsale $^{4. 5.}$ homologe Cuboideum statthabe. — Für keinen der angeführten Einzelfälle hat die betreffende, an einem sehr dürftigen Material [2]) angestellte Untersuchung ein anderes Ergebniss gehabt, als das von **Gegenbaur** bereits mitgetheilte negative, für die untersuchten Stadien ist demnach die Agenesie [3]) des Centrale und der präsumirten Radien, und die Connascenz[1]) des Hamatum und der übrigen, mehr als ein Element repräsentirenden Stücke zu constatiren; zugleich ist es nicht wahrscheinlich, dass fortgesetzte Nachprüfungen die Gegenbaur'schen Angaben modificiren werden, da auch für die übrigen Untersuchungsobjecte, was ich, um Wiederholungen zu vermeiden, hier gleich mit anführen will, die Untersuchung der in Rede stehenden Verhältnisse das gleiche negative Resultat ergab. Bei der Beurtheilung desselben ist der von Gegenbaur hervorgehobene Umstand in Betracht zu ziehen, dass es sich in den vorliegenden Fällen, von einer leicht erkennbaren Ausnahme abgesehen, um für die ganze Classe der Säugethiere typische Verhältnisse handelt, die, wie aus dem Vergleich mit niederen Formen hervorgeht, schon sehr früh zur Ausbildung gelangt sein müssen. — Hinsichtlich der übrigen Abschnitte des Extremitäten-Skeletes war zu untersuchen, ob das Metacarpale I[2]) und der erste Finger einerseits, und das Metatarsale I[3]) und die erste Zehe andererseits vorübergehend angelegt würden. Letzteres ist für die untersuchten Stadien (in denen die zur Entwicklung gelangenden Metacarpalien resp. Metatarsalien in mehrfacher Hinsicht primitivere Zustände zeigen, was auch für die Unterarm- und Unterschenkelknorpel gilt) allerdings nicht der Fall; indess würde bei fortgesetzter Untersuchung vielleicht noch das Metacarpale I sich nachweisen lassen, da dasselbe, wie aus Gründen der Analogie gefolgert werden muss, später geschwunden ist als das Metatarsale I. Im Verhalten des Trapezium, welches letztere in seiner Differenzirung hinter den übrigen Carpusstücken etwas zurückbleibt, ist, wie kaum bemerkt zu werden braucht, nichts gelegen, was die Behauptung, ein Theil desselben sei als Metacarpale I anzusehen, stützen könnte.

---

[1]) Es war vorauszusehen, dass die von **Gegenbaur** gegebene Definition des Archipterygium (49 S. 416, 425; cf. auch S. 400, 434, 441) wegen des Verhaltens, welches das Extremitätenskelet des seither beschriebenen, in mannigfacher Beziehung äusserst interessanten Ceratodus zeigt (cf. 55 S. 331, 334, Taf. VIII Fig. 3), von ihm dahin werde erweitert werden, dass die Stammreihe des Archipterygium durch eine zweizeilige Befiederung mit Radien characterisirt sei. Es stand das um so eher zu erwarten, als gewisse Verhältnisse im Brustflossenskelet der Notidaniden **Gegenbaur** selbst schon veranlasst hatten, die Frage zu discutiren, ob nicht die Stammreihe eine doppelte Fiederung zeige (cf. 49 S. 432, 433). Neuerdings ist diese Erweiterung der Definition erfolgt (51 S. 138); bei dieser Gelegenheit werden mehrfache Fälle von Persistenz medialer Radien (bei den Notidaniden, Centrophorus, Acanthias) mitgetheilt und zugleich ist die sehr bemerkenswerthe Thatsache festgestellt worden, dass die Reduction medialer Radien ein zum Theil noch im Verlauf der individuellen Entwicklung zu beobachtender Vorgang ist (S. 133—137, Taf. X, Figg. 2—6).

[2]) Von den wenigen Stadien, die überhaupt untersucht werden konnten, kommen für den vorliegenden Zweck nur zwei in Betracht; beim Embryo des Stad. I. beträgt die Entfernung vom Grunde der Inguinalfalte bis zum distalen Rande der plattenförmigen hinteren Extr. 3,2 mm.; der Embryo des Stad. II. misst vom Tuber calcanei bis zur Spitze der 4. Zehe 5,3 mm.

[3]) Das am ausgebildeten Skelet constatirte Fehlen eines beliebigen Elementes kann bekanntlich sowohl dadurch bedingt sein, dass das betreffende Stück überhaupt nicht mehr angelegt worden, als dadurch, dass die Anlage desselben nachträglich eine vollständige Reduction erfahren hat. Für die der erstgenannten Kategorie angehörenden Fälle wird die im Text gebrauchte, einem Gebiete, mit dem Collisionen nicht zu erwarten stehen, entlehnte Bezeichnung verwendet werden.

---

[1]) Letztere Bezeichnung, die Flower (32 S. 62) vorgeschlagen hat, wird im Folgenden für die Fälle zur Verwendung kommen, wo für gewisse Skeletstücke, die aus andern Gründen notorisch mehr als ein Element enthalten, nicht mehr direct nachgewiesen werden kann, dass sie ursprünglich aus discreten Elementen bestanden haben (compound bone Ow. 94 S. 27). Im Gegensatz hierzu werden diejenigen Fälle, in denen der Vorgang des Aufgebens der Sonderexistenz sich unmittelbar beobachten lässt, als Verschmelzung bezeichnet werden (Coalescence Flower; — confluent bone Ow. l. c.).

[2]) Nach einer von Franck (35 S. 69 und 36 S. 239, 243) gemachten, unbegründeten Annahme soll ein Rudiment des Metacarpale I mit dem Trapezium verschmolzen sein. In Betreff des Trapezium, dessen Existenz Gegenbaur (43 S. 46), Owen (99 S. 480) und Flower (34 S. 267) in Abrede gestellt haben, cf. Bendz (5 Taf. XI, Fig. 1,3; 6 S. 404) und Blainville (9 G. Hippopot. et Sus S. 122, Sus Taf. I und VII).

[3]) Dass das hinter dem Basaltheil des Metatarsale III gelegene Sesambein (cf. Bendz 5 Taf. XI, Fig. 4,6; 5a S. 448; 6 S. 507 und Blainv. 9. Sus. Taf. VII) nicht als Rudiment des Metatarsale I angesehen werden könne, wie das neuerdings noch von Perosino (105 S. 246) und Chauveau (24 S. 447) geschieht, bedarf kaum der Erwähnung.

Das Elen.

Die Berechtigung, das Elen, von dem ich nur einen, in seiner Entwicklung schon sehr weit vorgeschrittenen Embryo habe untersuchen können, in einer eigenen Rubrik aufzuführen, liegt in dem Umstande, dass noch beim erwachsenen Thier, wie bei der Untersuchung einiger Exemplare[1]) sich herausgestellt hat, einige Verhältnisse sich erhalten haben, die das Extremitätenskelet in noch geringerem Grade reducirt erscheinen lassen, als dieses der allgemeinen Annahme nach der Fall ist. Unter diesen Verhältnissen besitzt das meiste Interesse das Vorkommen des Trapezium[2]), durch dessen Agenesie nach einer verbreiteten und, wie später erwähnt werden wird, für andere Wiederkäuer zutreffenden Anschauung der Wiederkäuercarpus characterisirt ist; es liefert dieses Vorkommen einen weiteren Beleg zu der von BRANDT (14 S. 9, 48) vertretenen Anschauung, das Elen sei eine sehr alte Form. Das Trapezium, das ein dem Elen constant zukommendes Skeletstück ist, scheint, wie schon das vorliegende Material erkennen lässt, in Bezug auf Form und Grösse und hinsichtlich der Configuration und Ausdehnung der Gelenkflächen innerhalb weiter Grenzen zu variiren[3]) (cf. Fig. 1). Dasselbe besitzt annähernd die Gestalt des homologen Knochens beim Schwein, ist im Allgemeinen spindelförmig, etwa 2½ cm. lang und in seinem proximalen Theil meist stärker entwickelt; distalwärts läuft es in eine stumpfe Spitze aus. Am erheblichsten variirt die Gelenkfläche für's Trapezoideo-Capitatum, sie ist entweder unregelmässig sattelförmig oder mehr plan oder convex, von sehr verschiedener Ausdehnung, ihr Contour hat meist die Form eines ungleichseitigen Dreiecks mit abgerundeten Winkeln; der untere mediale Winkel steht am tiefsten, zugleich springt der mediale Theil der Gelenkfläche stärker aus dem Niveau der Umgebung vor und hieran, so wie an dem Vorhandensein unregelmässiger Vertiefungen und Einziehungen in der Nachbarschaft des medialen Randes der Gelenkfläche lässt sich an isolirten Trapezien leicht bestimmen, welcher Seite sie angehört haben, auch wenn sie keine Gelenkfläche für's Scaphoideum besitzen sollten. Diese letztere Gelenkfläche, die etwa in der Hälfte der Fälle vorhanden ist, geht continuirlich aus der früher erwähnten hervor und nimmt einen grösseren oder geringeren Theil der oberen lateralen Partie der Volarfläche ein; manchmal ist sie nur ein schmaler Saum, am stärksten ausgebildet war sie im Fall Fig. 1 b. Die Gelenkfläche am Trapezoideo-Capitatum ist meist sehr deutlich ausgeprägt, in der Mehrzahl der Fälle stark vertieft. Nur selten wird sie vom Trapezoides, dessen Abgrenzung gegen das Capitatum fast immer leicht zu erkennen ist, allein gebildet, meist betheiligt sich auch das Capitatum dabei (cf. Fig. 2). Ihre Lage ist eine derartige, dass das Trapezium mit seiner distalen Hälfte unter dem Niveau der proximalen Endfläche das Metacarpale III liegt, aus diesem Umstande kann indess selbstverständlich nicht gefolgert werden, dass ein rudimentäres Metacarpale I mit dem Trapezium verschmolzen sei, da bei den Proboscidiern, die ein mit einem functionirenden Finger versehenes Metacarpale I besitzen, das Trapezium bis zur Mitte des Metacarpale II hinabreicht (cf. Owen 99 S. 442, Vrolik 118 S. 64, 65 und Burmeister 19 Taf. XIV, Fig. 5); auch bei Hippopotamus ragt das weniger als beim Elen sich verjüngende Trapezium ziemlich tief hinab (cf. Cuvier 25 Taf. 31 Fig. 13 und Blainville 9 G. Hippopot. Taf. I, V). Bei Anoplotherium ist das Trapezium bereits sehr klein, articulirt aber meist noch mit dem Rudiment des Metacarpale II und ist manchmal mit dem Trapezoides verschmolzen (cf. Cuvier 25 S. 217, Taf. 128, Fig. 5, 7, 8 und Blainv. G. Anopl. S. 27, Taf. III), das Trapezium des Elens repräsentirt sonach noch ziemlich primitive Zustände. — Da es nicht wahrscheinlich war, dass das Trapezium bisher übersehen sein sollte, habe ich es mir natürlich angelegen sein lassen, die betreffende nicht gerade reichhaltige Literatur zu vergleichen; was ich hierbei habe finden können, beschränkt sich auf eine Notiz bei Owen (93 S. 452, 453). Nachdem der genannte Autor bei Megaceros ein offenbares Trapezium (slender pointed style, about tree inches in length, articulated to the bone formed by the confluent trapezoid and os magnum) als proximales Stück des Metacarpale II beschrieben, fährt er fort: »in the Elk the upper end of the inner supplemental metacarpal is not an inch in length.« Aus dieser Notiz (hinsichtlich des Metacarpale II cf. Richardson 107 S. 113, Taf. 24, Fig. 3 und Kinberg 73 S. 785) geht hervor, dass das Trapezium allerdings schon beobachtet worden ist, aber eine Deutung erfahren hat, der selbstverständlich nicht beigepflichtet werden kann. An einem späteren Orte (94 S. 31) hebt Owen ausdrücklich hervor: »both trapezium and thumb have disappeared in all Ruminants«. — In Bezug auf die Frage, ob ausser den beiden genannten, einander nahestehenden Formen noch anderen Wiederkäuern ein Trapezium zukomme, ist anzuführen, dass das Reh, wie an einem Skelet der zootomischen Sammlung (dem einzigen hierfür verglichenen) zu ersehen ist, ein zwar kleines und mit dem Trapezoides verschmolzenes, aber doch sehr deutlich erkennbares, seitlich comprimirtes Trapezium besitzt, dessen detachirte abgerundete Spitze das Niveau der distalen Fläche des Trapezoides schon nicht mehr erreicht. (Für das Schwein liegt mir ein Fall vor, wo diese Verschmelzung gleichfalls beiderseits statthat, es wäre deshalb möglich, dass das Trapezium des Rehes in andern Fällen noch isolirt erscheint.) Dass Hyaemoschus sich wie das Reh verhalte, lässt sich aus der Fig. bei Blainville (G. Anopl. Taf. III) vermuthen; ausser Hyaemoschus würden vorzugsweise die Tragulusarten, das Rennthier und Moschus in Betracht zu kommen haben.

---

[1]) Das Untersuchungsmaterial bilden 6 mehrjährige Elene und ein Embryo, bei dem die Entfernung vom Tuber calcanei bis zur Spitze der vierten Zehe 5 cm. beträgt; die Untersuchung des Carpus und Tarsus mit den proximalen Theilen des Metacarpus und Metatarsus von 5 Thieren wurde mir durch die gütige Vermittlung des H. Dr. E. SCHÖNFELDT ermöglicht, die Extremitäten des sechsten Thieres verdanke ich H. Prof. REISSNER, den Embryo H. Conservator V. RUSSOW.

[2]) Die zufällig (an einem Elen der zootomischen Sammlung) gemachte Wahrnehmung einer vertieften Gelenkfläche am Trapezoidtheil des Trapezoideo-Capitatum, die ihrer Lage nach nur für ein (nicht mehr vorhandenes) Trapezium bestimmt gewesen sein konnte, hat die Untersuchung des Verhaltens dieses letzteren veranlasst.

[3]) Das Variiren von Skeletstücken, das bekanntlich im Allgemeinen um so stärker wird, je rudimentärer das betreffende Gebilde ist, hat einen der competentesten Beurtheiler osteologischer Verhältnisse, RÜTIMEYER (112. S. 308), zu dem Ausspruch veranlasst, auch unter sehr günstigen Bedingungen sei es geradezu unmöglich, identische Formen zu finden. Ueber interessante Fälle von grosser Variationsbreite und Heteromorphie berichten HENSEL (58 S. 70, 86, 87), FÜRBRINGER (37 S. 13–15, 40) und GEGENBAUR (49 S. 435, 439 und 50 S. 168, 171, 185).

Hinsichtlich des Metacarpale V ist die Ansicht Richardson's (l. c.), ein proximaler Theil desselben sei mit dem Metacarpale IV verschmolzen 1), zu bestätigen und hinzuzufügen, dass in einzelnen Fällen noch ein weiterer isolirter, dem proximalen Ende des grossen distalen Stückes genäherter Antheil des Metacarpale V vorkommt, der einige mm. lang ist und mit dem Mc. IV nicht verschmilzt; es steht deshalb mit Sicherheit zu erwarten, dass in frühen Stadien das Mc. V in ganzer Länge vorhanden sein werde. Bei dem Embryo, wo der proximale Theil des Mc. V in eine verjüngte feine Spitze sich fortsetzte, war die Continuität bereits unterbrochen.

Für das Cuneiforme I (hinsichtlich der Bezeichnung cf. d. nächste Abschn.) ist zu erwähnen, dass dasselbe, welches noch nicht so entschieden plantarwärts gelagert ist, wie etwa beim Schaf, in seiner Form

---

1) »Near the articular surface which applies to the unciform, there is a small projection of the cannon-bone which may perhaps be a coalesced rudiment of the proximal end of the fifth metacarpal.«

und in seinen Beziehungen zu den beiden anderen, miteinander verschmolzenen Cuneiformien beträchtlich variirt. Die distale Fläche beispielsweise ist manchmal fast plan, andere Male aus zwei in einer scharfen Kante aufeinander stossenden Facetten gebildet; mehrfache Zwischenstufen verbinden beide Formen. Bei einem Thier articulirt das Cuneiforme I beiderseits mit dem Nachbarstück und bei zwei anderen ist es, ebenfalls beiderseitig, mit ihm verschmolzen, so dass damit ein Verhalten zu Stande gekommen ist, welches die Giraffe (cf. **Pander** und d'**Alton** 102 S. 5, Taf. I) und nach **Cobbold** (23 S. 523) auch einige, nicht näher bezeichnete Antilopen und Hirsche zeigen.

Schliesslich bleibt anzuführen, dass beim Elen Rudimente des Metatarsale II und V persistiren. Dieselben liegen an den Seitenflächen des proximalen Abschnittes der andern beiden Metatarsalien, mit denen sie meist in ganzer Ausdehnung verschmolzen sind, und nähern sich in ihrem Verlauf nach abwärts dem Plantarrande, den sie manchmal erreichen. In vereinzelten Fällen sind beide (im Allgemeinen ist das Mt. II länger, aber weit graciler als das Mt. V) auf Spuren reducirt; bei einem Exemplar erscheint das Mt. V vollständig geschwunden; meist lassen sie sich ohne Weiteres erkennen. Bei dem Thier, wo sie am wenigsten verkümmert sind, hat das durchschnittlich 2 mm. breite, distalwärts sich verdickende und in eine sehr kurze abgeplattete freie Spitze auslaufende Mt. II eine Länge von ca. 6 cm., während das relativ sehr dicke und eine längere freie Spitze zeigende Mt. V etwa 5 cm. misst. Bei dem Embryo war das gracile cylindrische Mt. II mit seiner proximalen Spitze mit dem Mt. III verschmolzen; das einen sehr bedeutenden Durchmesser besitzende, gleichfalls cylindrische Mt. V hatte sich dem Mt. IV noch nicht angelagert.

Das Schaf.

Für dieses Untersuchungsobject[1]) war zunächst zu ermitteln, ob

---

[1]) Das untersuchte Material vertheilt sich auf folgende Stadien:

Stad.	I,	Entfernung vom Grunde der Inguinalfalte bis zum Rande der plattenförm. h. Extr.	2,1	mm.
—	II	desgl.	2,3	—
—	III	—	4	—
—	IV	Entfernung vom Tuber calcanei bis zur Spitze der 4. Zehe	3,1	mm.
—	V	desgl.	4,2	mm.
—	VI	—	5	—
—	VII	—	6,7	—
—	VIII	—	7,5	—
—	IX	—	8,9	—

das Trapezium als transitorisch[1] auftretendes Gebilde nachzuweisen sein werde. Für die untersuchten Stadien ist, in Uebereinstimmung mit einer desfallsigen Angabe von Gegenbaur (43 S. 48), seine Agenesie zu constatiren; nach den übrigen in diesen Stadien gemachten Befunden ist es auch sehr unwahrscheinlich, dass fortgesetzte Nachforschungen es würden entdeckt haben. Für das Metacarpale I und den ersten Finger gilt das Gleiche, auch von ihnen hat nichts nachgewiesen werden können. Dagegen sind das Metacarpale II und V, welche beim erwachsenen Thier bekanntlich nur in Rudimenten erhalten sind (cf. Bendz 5 Taf. XII Fig. 1—3, 5a S. 164, 6 S. 420), in frühen Stadien (IV) in ganzer Ausdehnung angelegt und setzen sich ohne Unterbrechung in die Zellenmasse fort, aus der sich später die 2. und 3. Phalanx (beim erwachsenen Thier findet sich nach Bendz Taf. XII Fig. 1, 5a S. 165, 6 S. 434 nur die 3. Phalanx) des 2. und 5. Fingers differenziren. Die spätere Atrophie stellt sich zuerst an den distalen Theilen ein; im Stad. VIII hat auch der Schwund der proximalen Enden begonnen; die restirenden Theile sind in ihren proximalen Abschnitten sehr erheblich entwickelt (Fig. 3), liegen aber vom Metacarpale III und IV, deren isolirtes Auftreten seit Fougeroux (33 S. 502, 503, 505, Taf. XIV Fig. 6—11) bekannt ist, noch verhältnissmässig weit ab.

Was die Verhältnisse der hinteren Extremität betrifft, so habe ich zunächst, da mir unbekannt geblieben war, dass eine gelegentliche Beobachtung von Bruch (17 S. 97, 140) die betreffende Frage bereits entschieden hatte, hinsichtlich der Fibula die Frage untersucht, ob dieselbe als continuirliches Gebilde angelegt weder und ob der beim erwachsenen Thier mehr oder weniger vollständige Schwund der Diaphyse (häufig auch der proximalen Epiphyse, cf. Brühl 18 S. 35 und Bendz 6 S. 478, 479) erst secundär zu Stande komme. Da die Bruch-

Stad.		
X	Entfernung vom Tuber calcanei bis zur Spitze der 4. Zehe	12,5 mm.
— XI	desgl.	17,7 —
— XII	—	22,2 —
— XIII	—	30. —

Für die der Zeit nach spätere Untersuchung des weniger Interesse darbietenden Verhaltens der vorderen Extremität sind nur vier ausgewählte Stadien (II, IV, VI, VIII) verwendet worden.

[1] Nach einer irrigen, von Joly und Lavocat (68 S. 34) und Milne Edwards (82 S. 92) vertretenen Anschauung soll im Trapezoideo-Capitatum, das sich bekanntlich aus zwei isolirten Stücken entwickelt (cf. Gegenbaur 43 S. 48), auch das Trapezium mitenthalten sein. Eine Reihe anderer Autoren (Blainville, G. Camelus S. 12, Brühl 18 S. 32, Richardson 107 S. 85, Leisering 78 S. 136, Gaudry 39 S. 251, Fürstenberg 38 S. 35, Perosino 105 S. 196, Müller 84a S. 129) sieht in dem Trapezoideo-Capitatum nur das Capitatum.

schen Angaben sehr kurz gehalten sind, scheint es mir nicht überflüssig, auf das Verhalten der Fibula etwas näher einzugehen. Der Beginn der Differenzirung der Fibula, deren proximaler Theil langsamer sich entwickelt und erst im Stad. V die Tibia erreicht, fällt in's Stad. I, die Fibula ist von der Tibia, der sie an Umfang nur wenig nachsteht, sehr beträchtlich entfernt (Fig. 4) und in ihrem distalen Antheil am stärksten ausgebildet, zeigt also sehr ursprüngliche Verhältnisse. In den späteren Stadien rückt die Fibula, an Umfang zunehmend, der Tibia allmälig näher; im Stad. V ist sie schon ein starker cylindrischer Knorpel, für den es in einer beschränkten Zone seines proximalen Theiles bereits zur Differenzirung von Osteoblasten und zur Bildung der homogenen, den Knorpel umschliessenden Lamelle gekommen ist, die Bruch (15 S. 112) und eingehender Gegenbaur (40 S. 13, 16 und 42 I S. 352) beschrieben haben. Diese structurlose Schicht ist an dem der Tibia zugewendeten Theil am stärksten ausgebildet und zeigt hier den Beginn der Einbettung der Osteoblasten. Im Stad. VI hat die Ausbildung der Fibula in Bezug auf Grössenverhältnisse (cf. Fig. 5) und Gewebsdifferenzirung ihr Maximum erreicht, sie ist im Vergleich zur Tibia stärker entwickelt, als die ihr im Uebrigen sehr ähnliche Anoplotherien-Fibula (cf. Cuvier 25 S. 284, 285, Taf. 109 Fig. 9, 110 Fig. 1, Blainville G. Anopl. S. 30), ihr distales Ende steht noch um etwas mehr, als seine Breite beträgt, von der Tibia ab. Sodann beginnt die Reduction des Diaphysentheils; im Stad. VIII, wo von mehrfachen Puncten aus Gefässschlingen in den Knorpel hineingedrungen sind (cf. Wolff, 121 S. 38), ist es bereits zu einer partiellen Einschmelzung sowohl der perichondralen Lamelle (cf. Dugès, 27 S. 114) als auch des Knorpelstabes gekommen. Im Stad. X ist die Continuität schon in beträchtlicher Ausdehnung unterbrochen und das frühere Perichondrium zu einem soliden cylindrischen Strange, dem Lig. fibulare von Bendz (6 S. 491) oder peronoides von Bergmann (8 S. 5, 11) zusammengeschrumpft (cf. Fig. 6, Stad. XIII); im Stad. XII war auch die proximale Epiphyse, die im Stad. XIII sich erhalten zeigte, geschwunden.

Hinsichtlich der Cuneiformien musste ihre Entwicklung untersucht werden, da in Bezug auf die Deutung der zwei beim Schaf, wie bei der überwiegenden Mehrzahl der Wiederkäuer, nicht mit einander verschmelzenden, zwischen Navi-Cuboideum und dem Metatarsus gelegenen Elemente noch keine Uebereinstimmung erzielt ist. Cuvier (26 S. 534) und ihm folgend Joly und Lavocat (68 S. 36), Leisering (78 S. 436) und Müller (84a S. 162) halten das kleinere, plantarwärts gelegene Stück für eine Verschmelzung des Cuneiforme I und II, das andere mithin für's Cun. III; Bendz (5a S. 158, 171 und 6 S. 492, 495), **Bergmann** (8 S. 4), dem sich **Fraas** (34 S. 124) angeschlossen, und **Lavocat** (76 S. 415) sehen im kleineren Stück das Cun. I, im grösseren eine Verschmelzung des Cun. II mit dem III; **Bojanus** (12 S. 447), **Rigot** (108 S. 277), **Weber** (120 S. 13), **Gurlt** (56 S. 167), **Milne Edwards** (82 S. 95), **Gegenbaur** (43 S. 111), **Owen** (99 S. 486, 487), **Fürstenberg** (38 S. 45), **Flower** (31 S. 319) und **Franck** (35 S. 71 und 36 S. 264) endlich deuten das erstgenannte Stück als Cun. II, das andere als Cun. III, statuiren sonach, — mit Ausnahme von **Rigot** und **Milne Edwards**, die das Cun. I im Sesambein[1] hinter dem Metatarsale III wiederfinden —, den vollkommenen Schwund des Cun. I. Es ist leicht zu erweisen, dass die Ansicht der Autoren der zweiten Gruppe die zutreffende ist. Alle drei Cuneiformien differenziren sich (Stad. III) als isolirte Gebilde; das Cun. I stellt eine im Querschnitt halbmondförmige Zellengruppe dar, deren Convexität medianwärts gerichtet ist; das sehr kleine Cun. II ist kugelig, das umfangreiche Cun. III im Querschnitt dreieckig. Durch ihre Lagerungsverhältnisse werden sehr primitive Zustände repräsentirt; die Abstände zwischen den einzelnen Stücken sind sehr erheblich, das Cun. II liegt ebensoweit vom III. ab als vom I., und die Centra der drei Stücke bilden Puncte eines Kreisbogens, dessen dorsalwärts gerichtete Krümmung sehr gering ist. Dieses primitive Verhalten ändert sich allmälig dahin ab, dass das Cun. II sich dem III. nähert, wobei es zugleich mehr plantarwärts zu liegen kommt; das Cuneiforme III erfährt letztere Lagenveränderung in noch höherem Grade. Hierbei nimmt das Cun. II zugleich die Gestalt eines Kegels an, dessen Basis gegen das Naviculare gerichtet ist. Im Stad. VI (Fig. 7) sind diese Zustände schon ziemlich deutlich ausgesprochen, im Stad. VII ist der proximale, etwas sich abplattende Theil des Cun. II dem III. schon sehr nahe gerückt, im Stad. VIII (Fig. 8) liegen die beiden Knorpel einander schon dicht an und in Stad. IX ist die Verschmelzung ihrer proximalen Antheile erfolgt. Die distale Spitze des Cun. II bleibt dabei zunächst noch detachirt, später (Fig. 9) verschmilzt sie gleichfalls und so kommt schliesslich das Verhalten zu Stande, welches die Fig. 10 zeigt, wo nur noch aus der Stellung der Knorpelzellen und sehr seichten Einkerbungen die früheren Zustände rschlossen werden können. So lange das Cuneiforme II isolirt bleibt, ist es in seiner Form noch am ehesten dem homologen Stück bei Xiphodon (Cuvier 25 S. 181, Taf. 96, Fig. 1 [n]) zu vergleichen; bei Anoplotherium (Blainville G. Anopl. S. 35, Taf. IV) ist es weit weniger reducirt; bei Hyaemoschus und Tragulus, bei denen auch die distale Epiphyse der Fibula mit der Tibia verschmilzt, ist das Cun. II nicht nur mit dem III. zusammengeflossen, beide Stücke sind auch noch mit dem Navi-Cuboideum vereinigt und diese sehr bemerkenswerthen, mit dem Verhalten des Metatarsus contrastirenden Zustände sind schon bei Hyaemoschus crassus eingetreten (cf. Milne Edwards 82 S. 94, 95, 135, 146, Taf. VIII, Fig. 3, 4; IX 6, 7; XI 1c, 1d; XII 1d; und Fraas 34 S. 32, Taf. VII, Fig. 5). — Von den Autoren, deren Angaben bestätigt worden sind, scheint das der Verschmelzung voraufgehende Stadium nicht beobachtet worden zu sein. Lavocat constatirt nur die Thatsache des Verschmolzenseins; Bendz sagt: »in origine septem ossa adsunt, ex quibus . . . os cuneiforme medium cum externo concrescit« und in dem über die Entwicklung der Extremitäten handelnden Abschnitte seines Handbuches: »det udvendige og mellemste Kilebeen (ved Födselen af Kalven og Lammet) have faelles Brusk, men hver sin saerskilte Beenkjaerne, hvilke sammensmelte kort förend Födselen; Bergmann, der einen interessanten Fall mittheilt, wo bei einem erwachsenen Reh das Cun. II noch isolirt geblieben war (Fig. VII *A*), fand bei einem Ziegenembryo »einen sehr kleinen Knochenkern für das zweite Keilbein, welcher noch durch eine dicke Knorpelwand von dem grösseren Kern getrennt war, mit welchem er später verschmelzen sollte« und bei einem neugebornen Ziegenlamm »die Knorpelschicht zwischen beiden Kernen schon sehr dünn, doch noch überall vorhanden.« Mit Sicherheit geht aus den mitgetheilten Angaben hervor, dass durch die Verknöcherung 1) im betreffenden Falle das ursprüngliche Verhalten imitirt wird.

---

[1] Andere eigenthümliche Deutungen, die dieses dem beim Schwein erwähn- en natürlich homologe Sesambein, hinsichtlich dessen man **Bendz** (5 Taf. XII, g. 4, 6; 5a S. 171, 6 S. 508) und **Bergmann** (8 S. 8) vergleiche, erfahren hat, nd von **Lavocat** (75 S. 261 und 76 S. 415) und **Gaudry** (39 S. 281), die es für's etatarsale I halten, und von **Franck** (35 S. 71 und 36 S. 264, 266) und **Müller** 4 a S. 50, 162), die es als Metatarsale II ansehen, gegeben worden.

---

1) Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dass ich mich nach den über die »enchondrale« Ossification gemachten Erfahrungen der von Gegenbaur (45 S. 63, 64) und Rolleti (109 S. 97, 98) vertretenen Ansicht, die Osteoblasten hätten mit den Knorpelzellen, als deren späte Abkömmlinge sie meist gelten, nichts zu thun und die Knorpelzellen theilten das Schicksal der Grundsubstanz, anschliessen muss. Die Substitution des Knorpelgewebes durch das Knochengewebe, — ein Vorgang, den festgestellt zu haben, bekanntlich das Verdienst von Bruch (15), H. Müller (86 und 87) und Gegenbaur (42 und 45) ist —, ist in diesem Sinne eine absolute. — Bekanntlich hat bereits K. E. v. Baer (3 S. 335, 340, 374) die Anschauung vertreten, die Grundlage des Wirbelthier-Skeletes bilde ein fibröses System mit der Chorda als Axe, sodann entwickele sich das Knorpelskelet und schliesslich trete, das vorige verdrängend, das Knochenskelet auf; auf Grundlage dieser Anschauung ist später durch Bergmann (7 S. 290) das Chordaskelet als primäres, das Knorpelskelet als

Vom Metatarsale I und der 1. Zehe war nichts nachzuweisen, das Metatarsale II und V, welche dem Schaf, dem Rinde und den meisten übrigen Wiederkäuern bekanntlich vollständig fehlen (cf. Meckel 80 S. 15 und 81 S. 462, Bendz 5a S. 158, 171; 6 S. 509 und Rütimeyer 111 S. 670 im Gegensatz zu den willkürlichen Deutungen von Lavocat 75 S. 261 und Franck 35 S. 71), gelangen indess vorübergehend zur Entwicklung. Sie differenziren sich etwas später als das Metatarsale III und IV, der Metatarsus zeigt alsdann Verhältnisse, die viel primitiver sind als die Zustände, die bei Cainotherium (cf. Pomel 106 S. 17) und Hyaemoschus (cf. Falconer 29 S. 196, 197 und Milne Edwards 82 S. 135, 146, Taf. XI, Fig. 1c) persistiren; in ihren proximalen Theilen erreichen sie, während die distalen Partieen schon früh der Reduction verfallen, eine erhebliche Ausbildung und verschmelzen sodann mit ihren proximalen Spitzen mit dem Metacarpale III und IV, um schliesslich vollständig in ganzer Länge wieder zu schwinden. Ihre erste Differenzirung fällt in's Stad. II; sie bilden im Stad. III sehr kurze cylindrische, in Carmin stärker sich tingirende Zellengruppen, in denen ein Gegensatz zwischen Centrum (dem späteren Knorpel) und Peripherie (dem Perichondrium) noch nicht erkennbar ist. Das Metatarsale II beginnt hart unter dem Cun. II, das Metatarsale V in der Nähe der lateralen Seitenfläche des Cuboideum; beide verlaufen stark divergirend lateral- und nur wenig plantarwärts (cf. Fig. 11); auch das Metatarsale III und IV divergiren stark. Das Stad. IV zeigt den Beginn der Knorpeldifferenzirung in den proximalen Theilen des Mt. II und V; dieselben haben sich etwas verlängert und erstrecken sich, stark divergirend, bis an die Orte des plattenförmigen Theiles der Extremität (in der Höhe der distalen Enden des Mt. III und IV), wo später die Knorpel der 2. und 3. Phalanx der 2. und 5. Zehe (das erwachsene Thier besitzt nach Bendz 5 Taf. XII, Fig. 4; 5a S. 170, 6 S. 510 nur noch die 3. Phalanx) sich differenziren. Im Stad. V beginnt das proximale Ende des Mt. II sich stärker zu entwickeln als beim Mt. V; die Differenzirung des Knorpelgewebes reicht bis gegen das Ende des distalen Theiles hinab; letzterer geht noch ohne Continuitätsunterbrechung in die Phalangenanlage über und lässt damit das Verhalten erkennen, welches die ungegliederten Radien des Archipterygium zeigen; der distale Theil der

---

secundäres und das Knochenskelet als tertiäres Skelet bezeichnet worden. Es wäre wünschenswerth, dass diese Bezeichnungsweise, der H. Müller (86 S. 223, 224) zugestimmt hat, von den vergleichenden Anatomen allgemein adoptirt werde; sie erinnert, was noch immer nicht überflüssig ist, an die Thatsache der Substitution und bietet zugleich der Anschauung, die noch ferner zwischen »primärer« und »secundärer« Ossification unterscheiden will, keine Anhaltspuncte.

beiden Knorpel liegt jetzt schon entschiedener plantarwärts (Fig. 12). Im Stad. VIII ist die Continuitätsunterbrechung des distalen Endstückes der in ihrem mittleren Theile gut entwickelten Knorpel (Fig. 13) erfolgt; im Stad. X hat die Verschmelzung mit dem Mt. III und IV (cf. Fig. 15 und 17) stattgefunden, das proximale Stück des Mt. II hatte sich mittlerweile (cf. Fig. 14, Stad. IX) sehr erheblich verdickt; zugleich hat die Reduction der distalen Antheile weitere Fortschritte gemacht, im Stad. X ist eine Continuitätstrennung für das Mt. II auch im mittleren Theile desselben (cf. Fig. 16) eingetreten; auf Einzelheiten hinsichtlich der Reduction und des Verhaltens der zunächst noch verschont bleibenden Partieen einzugehen, liegt umsoweniger Veranlassung vor, als individuelle Unterschiede hierbei stattfinden. Es reicht die Angabe aus, dass im Stad. XIII die Knorpel des Mt. II und V in ihrer ganzen Länge geschwunden sind, und dass nur noch Strecken des zu einem dünnen soliden Strange zusammengeschrumpften ehemaligen Perichondrium sich nachweisen lassen. Dass in vereinzelten Fällen auch noch beim erwachsenen Thier Reste des Mt. II und V zu finden seien, darf erwartet werden. —

Das Rind, für welches einige Stadien untersucht worden sind, stimmt in allen wesentlichen Beziehungen so sehr mit dem Schaf überein, dass nähere Angaben nicht erforderlich erscheinen. Erwähnenswerth wäre vielleicht, dass das Mt. V relativ stärker entwickelt ist, als beim Schaf.

B. Perissodactyla.

Das Pferd.

In Betreff der speciellen Fragen, welche die Untersuchung dieses, wegen der extremen Verarmung seines Gliedmassenskeletes interessantesten Vertreters der Ungulaten[1]) zu behandeln hatte, war zunächst zu ermitteln, ob die Ulna, deren sich stark verjüngende Diaphyse in ihrem distalen Theil beim erwachsenen Thier bekanntlich vollständig geschwunden ist, so dass die untere Epiphyse[1] isolirt erscheint, als ein ursprünglich einheitliches Gebilde, dessen Continuität erst nachträglich durch eine partielle Reduction aufgehoben wird, angelegt werde[2]. Die betreffende Untersuchung hat ergeben, dass Letzteres in der That stattfindet, die Ulna ist in frühen Stadien vollkommen ausgebildet und zeigt sehr primitive Verhältnisse. Sie ist im Stad. I ein starker, im Allgemeinen cylindrischer Knorpel, der in seinem proximalen Theil fast den Umfang des Radius besitzt und sich nach abwärts nur allmälig verjüngt; das distale Endstück, die spätere untere Epiphyse, hat die geringste Mächtigkeit. Radius und Ulna divergiren stark, so dass in der Region des Unterarms, wo der distale Theil der Ulnadiaphyse verläuft, der Abstand ein sehr beträchtlicher ist (Fig. 18). Im Stad. II ist die Ulna, deren proximaler, im Querschnitt elliptischer Theil sich erheblich verdickt hat, dem Radius näher gerückt; die untere, mehr cylindrische Partie der Diaphyse ist kaum merklich verjüngt und noch eben so stark als die spätere untere Epiphyse; sie liegt dem Radius, der eine seichte Furche zu ihrer Aufnahme besitzt, schon verhältnissmässig eng an und das Perichondrium der beiden Knorpel berührt sich (Fig. 19). — Im weitvorgeschrittenen Stad. III ist die Continuität der in ihrem oberen Antheil bereits verknöcherten Diaphyse schon in ziemlicher Ausdehnung unterbrochen, die untere, nunmehr erheblich verdickte Epiphyse mit dem correspondirenden Abschnitt des Radius aber noch nicht zusammengeflossen. Die Untersuchung von Zwischenstadien wird darzuthun haben, ob die Ulna während ihrer Reduction ein Stadium durchläuft, wo sie als allerdings noch einheitliches, aber schon sehr graciles, dem Radius eng angelagertes Gebilde erscheint und damit im Wesentlichen die Verhältnisse der Hipparien-Ulna (cf. Christol, 22 S. 566) wiederholt.

---

[1]) Das Untersuchungsmaterial ist leider ein sehr spärliches gewesen, es konnten nur drei Stadien untersucht werden:

Std. I, Entfernung vom Grunde der Inguinalfalte bis zur Spitze der spatelförmigen hinteren Extrem. 2,3 mm.
Std. II, Entfernung vom Tuber calcanei bis zur Spitze der 3. Zehe 4,3 mm.
Std. III, desgl. 18,2 mm.

Das Stadium I verdanke ich meinem verehrten Collegen Jessen.

---

[1] Auf die Thatsache, dass die untere Epiphyse der Ulna nicht fehlt, wie allgemein angenommen worden war, sondern mit der unteren Epiphyse des Radius verschmilzt, hat zuerst Christol (22 S. 565, 566) aufmerksam gemacht: »Dans le genre des chevaux le cubitus est interrompu vers son tiers inférieur, il y a là arrêt de développement . . . ces faits ont été signalés par moi depuis plus de quinze ans.« Später sind durch Lavocat (74 S. 60) und Müller (84 S. 106, 108) nähere Angaben mitgetheilt worden und darauf hat Hensel in seiner umfassenden, an geistvollen Argumentationen reichen Abhandlung über Hipparion (58 S. 32) eine eingehende Schilderung der betreffenden Verhältnisse geliefert. Gleichwohl wird die in Rede stehende Thatsache noch mehrfach (van der Hoeven 60 S. 153, Owen 99 S. 456, Vrolik 118 S. 62, Carus 20 S. 158, Flower 31 S. 249, 266, Gegenbaur 47 S. 691, Schmidt 115 S. 297) ignorirt; unter den Zootomen von Fach haben nur Franck (36 S. 229, 230) und Chauveau (21 S. 86, 87) dieselbe anerkannt.

[2] Die Wahrscheinlichkeit dessen, dass das Untersuchungsresultat ein positives sein werde, ist von Gervais (52 S. 50, 51) aus Gründen der Analogie betont worden. Der genannte Autor, der mit Recht die von Christol gemachte Annahme eines arrêt de développement unstatthaft findet, drückt seine Ansicht folgendermassen aus: »A mon sens l'opinion contraire est celle qu'il faudrait en avoir, et je suis bien persuadé que si l'on recherchait la disposition de ces os cubitus et péroné dans le foetus du cheval ou de l'âne, on les trouverait plus complets qu'ils ne le sont à un âge plus avancé. J'ai vu dans le vespertilion mystacin un cas de ce genre pour le cubitus, que l'on suit dans toute sa longueur chez le foetus, et qui est réduit chez l'adulte à deux petites pièces osseuses . . .«

Hinsichtlich des Trapezium, welches bekanntlich nicht gerade selten dem Pferde noch zukommt, war zu untersuchen, wie dasselbe in frühen Stadien sich verhalten werde. Das Trapezium war im Stad. II und III (das Stad. I, in welchem die Differenzirung des Carpus kaum erst begonnen hatte, kommt nicht weiter in Betracht) nicht zu finden. Da der Carpus des Stad. III seine definitiven Verhältnisse fast vollständig erlangt hat, wird durch die Untersuchung von Zwischenstadien zu entscheiden sein, ob das Trapezium zwar ausnahmslos angelegt wird, bei der Mehrzahl der Individuen aber schon sehr bald wieder schwindet, oder ob für manche Fälle eine Agenesie zu statuiren ist. Die zweite Möglichkeit ist insofern die interessantere, als sie die Variationsbreite des Trapezium durch Hinabrücken der unteren Grenze derselben sehr erheblich vergrössert; dass sie die wahrscheinlichere ist, kann aus Gründen der Analogie vermuthet werden.

Was die Verhältnisse des Metacarpus betrifft, so musste von vorn herein zugestanden werden, dass für das Metacarpale I, da dasselbe schon den Tapiren vollständig fehlt (cf. 9 G. Tapirus S. 17), die Chancen, es aufzufinden, die geringsten seien[1]. Dasselbe hat nicht nachgewiesen werden können, und es ist auch nicht wahrscheinlich, dass es bei fortgesetzter Durchmusterung anderer Stadien zu entdecken sein werde; allem Anschein nach liegt hier ein Fall von Agenesie vor. — Mit viel mehr Aussicht auf Erfolg durfte nach dem Metacarpale V gesucht werden, da dieses Skeletstück, welches beim Tapir bekanntlich einen noch functionirenden Finger trägt, noch bei Hipparion [1] in einem Rudiment seines proximalen Theiles erhalten ist. Allerdings ist das Metacarpale V gleichfalls nicht gefunden worden, wegen des eben angeführten Umstandes ist indess die Vermuthung berechtigt, dass der Basaltheil desselben bei der Untersuchung von Zwischenstadien nachzuweisen sein werde. — In Bezug auf das Verhalten, welches das Metacarpale II und IV in frühen Stadien zeigen, ist zu erwähnen, dass die genannten Stücke im Beginn ihrer Differenzirung (Stad. I) insofern sehr

---

[1] Wegen der nahen Beziehungen, welche die Hipparien in ihren gesammten Skeletverhältnissen zu den Pferden haben, ist es erforderlich, auf eine von Hensel herrührende Angabe über die Existenz des Metacarpale I bei Hipparion etwas näher einzugehen, da diese Angabe mit der im Text gemachten Voraussetzung in Widerspruch steht. — Hensel (58 S. 64—66 Taf. II, Fig. 4, Taf. IV, Figg. 6, 7) hat aus dem Umstande, dass bei Hipparion in den von ihm untersuchten Fällen das Metacarpale II an dem medialen Umfange seiner Basis in der unmittelbaren Nähe seiner proximalen Endfläche eine Gelenkfläche zeigt, mit grosser Bestimmtheit gefolgert, dass Hipparion ein rudimentäres Metacarpale I besessen habe; seine Anschauung, der Kaup (71 S. 19, 25, 27, 30) mit einiger Zurückhaltung und Rütimeyer (111 S. 669) mit Entschiedenheit beigetreten sind, ist indess mit Recht schon von Gaudry (39 S. 224) angefochten worden. Aus der Darstellung dieses Letzteren geht hervor, dass in den von Hensel beobachteten Fällen das Trapezium, für dessen Untersuchung Hensel kein Material vorlag, mit dem Metacarpale II articulirt habe: »Au bord interne (des Trapezoides, cf. Taf. 35, Fig. 5) on voit un très-petit os, que

---

M. Hensel a mentionné sous le nom de premier métacarpien; d'après sa position sur le rang des os du carpe et surtout d'après les analogies avec les pattes des autres mammifères je le regarderais plus volontiers comme un trapèze; d'ailleurs, que ce soit un trapèze ou un premier métacarpien, il etc.); in der Tabelle auf S. 225 und in der citirten Figur vertritt Gaudry die Deutung als Trapezium. Die Richtigkeit dieser Deutungsweise scheint mir unzweifelhaft; die Unhaltbarkeit der Hensel'schen Anschauung ergiebt sich eben schon bei Berücksichtigung des Umstandes, dass in morphologischer Beziehung die Extremitäten der Perissodactylen eine einheitliche Reihe (Tapirus, Palaeotherium, Anchitherium, Hipparion und Equus waren als Hauptetappen zu nennen) bilden, in der sowohl die Reductionen gewisser Skeletstücke (Ulna und Fibula; Metacarpale resp. Metatarsale II, IV und V mit den correspondirenden Fingern und Zehen) als die stärkere Entwicklung anderer Stücke (Radius und Tibia; Metacarpale und Metatarsale III, dritter Finger und dritte Zehe) eine stetige Zunahme zeigen; es würde aller Analogie zuwiderlaufen, wenn das Metacarpale I, das, wie bereits erwähnt, schon beim Tapir vollständig geschwunden ist, plötzlich bei Hipparion wieder auftreten sollte. Hensel selbst hat sich von ähnlichen Bedenken nicht ganz freimachen können, er constatirt wenigstens ausdrücklich die Ueberraschung, in die er durch seine Beobachtung versetzt worden; das Frappirende liegt indess meiner Ansicht nach nicht sowohl in der beobachteten Thatsache, als in der Folgerung, zu welcher dieselbe die Veranlassung gegeben; die Thatsache an sich hat um so weniger Ueberraschendes, als auch noch beim Pferde das Trapezium nicht selten, wie das schon Leyh (79 S. 101) angegeben hat, mit dem Metacarpale II articulirt. — Dass übrigens auch bei Hipparion das, wie es scheint, constant vorkommende Trapezium nicht in allen Fällen an das Metacarpale II anstösst, geht aus der Gaudry'schen Figur hervor.

[1] Die Existenz des rudimentären Metacarpale V bei Hipparion hat schon Kaup (70 S. 174, 178, Taf. XII B, Fig. 5 *b*), der eine für dasselbe bestimmte Gelenkfläche am Metacarpale IV nachwies, mit Sicherheit vorausgesagt und zugleich die zutreffende Vermuthung ausgesprochen, dasselbe werde höchst wahrscheinlich wie bei Palaeotherium gestaltet sein. Später ist das Metacarpale V von Hensel (S. 65, Taf. II, Fig. 4, 9) aufgefunden, eingehend beschrieben und von ihm und Gaudry (S. 224, Taf. 35, Fig. 6) abgebildet worden.

primitive Zustände darbieten, als sie mit dem Metacarpale III[1]) erheblich divergiren und nicht so entschieden volarwärts verlaufen (cf. Fig. 20); sie besitzen annähernd die Länge des Metacarpale III, sind cylindrisch gestaltet und der Grössenunterschied, den ihre Querschnitte im Vergleich zu dem des Metacarpale III zeigen, ist noch nicht so erheblich wie später. Im Stad. II reicht das Metacarpale II, welches dem III näher liegt als das IV (cf. Fig. 21), etwas tiefer herab als dieses letztere (Fig. 22); sein verjüngtes distales, einfach abgerundetes Ende liegt ziemlich dicht über dem Niveau der Gelenkrolle des Metacarpale III; in diesem Verhalten liegt, — obgleich der zweite Finger eben so wenig beobachtet worden ist, als der 4., 5. und 1. —, ein der Schlussfolgerung Hensel's (S. 75), bei fortgesetzter Reduction der Hipparienhand werde der 2. Finger länger erhalten bleiben, als der 4., günstiger Umstand und fortgesetztes Suchen nach der Anlage des 2. Fingers wird um so mehr motivirt erscheinen, als bekanntlich, allerdings aber nur in äusserst seltenen Fällen, ein wohlentwickelter, wie bei Hipparion sich verhaltender 2. Finger beim Pferde beobachtet worden ist. Hensel (S. 71—75), der mehrere derartige Fälle zusammengestellt hat, gebührt das Verdienst, dieselben richtig gedeutet und in nachdrücklicher Weise darauf aufmerksam gemacht zu haben, dass diese vermeintlichen »Missbildungen« in morphologischer Hinsicht als eclatante Fälle von Atavismus das höchste Interesse verdienen[2]).

---

[1]) Die irrthümliche Ansicht, der zufolge das Metacarpale III und der 3. Finger eine Verschmelzung des Metacarpale III und IV und der gleichnamigen Finger darstellen, wird auch neuerdings noch von einzelnen Autoren (Joly und Lavocat 69 S. 262; Arloing 2 S. 71—73; Lavocat 76 passim; Chauveau 21 S. 87) mit Hartnäckigkeit vertheidigt. Die Beschaffenheit der Gründe, welche diese Ansicht stützen sollen, zu characterisiren, wird es genügen, aus dem von Lavocat, ihrem wortreichsten Vertreter, darüber Vorgebrachten ein paar Sätze (S. 415—417) herauszuheben: »Si le grand doigt du cheval était réellement simple, ce sérait assurément aux Palaeotherium que les chevaux ressembleraient le plus; mais une grande distance les sépare et, pour s'en convaincre, il suffit d'observer attentivement les Hipparion ou chevaux fossiles . . chez les uns (Hippar.) comme chez les autres (Eq.) le grand doigt n'est pas simple, il est formé par la réunion de deux doigts, et ces deux doigts sont le 2. ou annulaire et le 3e ou médius (L. gehört zu den vereinzelten Autoren, die die Zählung vom Ulnarrande aus beginnen) . . . du reste, il ne saurait y avoir aucun doute à ce sujet, puisque, chez l'Hipparion, les deux doigts latéraux, pourvus de phalanges, sont bien évidemment le 1er et le 4e. Ce qui le prouve, ce sont les connexions carpiennes et aussi l'absence complète du métacarpien rudimentaire externe, constituant, chez tous les Palaeotherium, la trace du 1er doigt.«

[2]) Den Hensel'schen Fällen sind hinzuzufügen ein bei Burmeister (19 S. 238) citirter Fall und ein Fall, den Arloing (2 S. 61—67, Taf. I) beschrieben hat. Es

In Bezug auf die Fibula war zu untersuchen, ob dieselbe, deren Diaphyse im erwachsenen Thier bekanntlich in der gleichen Weise, wie bei der Ulna, unterbrochen, und deren untere Epiphyse[1] mit der Tibia verschmolzen ist, einheitlich angelegt werde. Letzteres ist in der That der Fall, in Uebereinstimmung mit dem Verhalten der Ulna zeigt die Anlage der Fibula mehrfache sehr primitive Zustände, ihr vorzugsweise interessirender Abschnitt besitzt (Stad. I) einen erheblichen Durchmesser und Tibia und Fibula divergiren sehr stark (Fig. 23). Im Stad. II hat die cylindrische Anlage der Fibula sich noch beträchtlicher ausgebildet, ist aber der Tibia schon näher gerückt (Fig. 24, 25); im Stad. III ist die Continuitätstrennung bereits erfolgt.

Vom Metatarsale I und V mit den gleichnamigen Zehen, die schon bei den Tapiren vollständig geschwunden sind, hat nichts gefunden werden können; das Metatarsale II und IV verhielten sich im Allgemeinen wie die homodynamen Stücke des Metacarpus; von der 2. und 4. Zehe war nichts nachzuweisen.

Den vorstehenden aphoristischen Mittheilungen, die zur Anstellung von Schlussbetrachtungen nicht gerade einladen, sind ein paar epicritische Bemerkungen anzuschliessen. Einmal wird die Frage zu erörtern sein, mit welchem Grade von Wahrscheinlichkeit bei der Untersuchung eines lückenlosen Materiales erwartet werden könne, auf ein Stadium zu treffen, in welchem die Zustände des primitiven Extremitäten-Skeletes verwirklicht sind. Diese Frage lässt sich auf Grund der für das specielle Untersuchungsobject gemachten, zur Entscheidung derselben ausreichenden Erfahrungen und unter Bezugnahme auf analoge Verhältnisse bei

---

wäre zu wünschen, dass die Veterinaire, zu deren Kenntniss diese eben so seltenen als interessanten Rückschläge meist allein gelangen, statt sich mit der Entfernung der vermeintlichen Monstrosität zu beeilen, in jedem einzelnen Falle eine eingehende Untersuchung des Extremitäten-Skeletes und des Zahnsystems anstellten und über die Resultate Bericht erstatteten; im Arloing'schen Fall war die Ulna weniger reducirt und das Trapezium sehr stark entwickelt.

1) Der Erste, welcher der untern Epiphyse der Fibula Erwähnung gethan hat, ist Goethe (54 S. 92) gewesen. Spätere Angaben lieferten Christol (22 S. 566), Bendz (5a S. 51 und sehr eingehend 6 S. 477, 478, 514), Lavocat (74 S. 60), Müller (84 S. 135) und Hensel (S 35). (Nicht gerechtfertigt ist die Bemerkung Hensel's, aus den Mittheilungen Christol's scheine hervorzugehen, dass die Fibula in ihrer ganzen Länge erhalten sei; der von Hensel selbst citirte Satz Christol's: »le peroné est interrompu vers son tiers inférieur« ist doch wohl unzweideutig genug). Van der Hoeven (60 S. 160), Owen (99 S. 456), Carus (20 S. 155), Flower (31 S. 301), **Gegenbaur** (47 S. 700) und den Zootomen von Fach mit Ausnahme von Franck (36 S. 257, 258) und Chauveau (21 S. 111) ist das betreffende Verhalten unbekannt geblieben. Hinsichtlich der Variationsbreite der Fibula cf. Rigot (108 S. 266), **Hensel** und **Chauveau** (l. c.).

andern Objecten mit Sicherheit dahin beantworten, dass diese Wahrscheinlichkeit überhaupt nicht besteht. Denn so berechtigt wegen des Vorhandenseins specieller Gründe die Voraussetzung ist, dass für einzelne Skeletstücke sich noch werde nachweisen lassen, dass dieselben transitorisch auftreten, eben so willkürlich ist die Annahme, dass dieser Nachweis für alle ohne Unterschied zu erwarten sei, und die Unmotivirtheit dieser Annahme verdient um so schärfer hervorgehoben zu werden, als Schriftsteller eines gewissen, von **Rütimeyer** (114 S. 301, 302) neuerdings in äusserst zutreffender Weise gekennzeichneten Genre's die Pentadactylie der Einhuferembryonen als längst ausgemachte Thatsache hinstellen. — Sodann ist die Frage aufzuwerfen, wie die sehr bedeutenden Incongruenzen, welche die in den untersuchten Stadien angetroffenen Entwicklungsverhältnisse der einzelnen Skeletstücke im Vergleich zu den bei andern Perissodactylen persistirenden Zuständen zeigen, zu deuten seien. Eine Erledigung dieser Frage erscheint mir nicht ausführbar; es lässt sich darüber nur sagen, dass das in Rede stehende Verhalten nicht als Beweis dafür angesehen werden kann, dass die Annahme einer Descendenz des Pferdes von früheren, weniger reducirten Formen unhaltbar sei. Die Unstatthaftigkeit einer derartigen Folgerung ist durch das Vorhandensein entgegenstehender Thatsachen bedingt, unter denen ich hier nur eine Gruppe von Verhältnissen anführe, die **Rütimeyer** constatirt hat. **Rütimeyer**, dem das Verdienst gebührt, in einer umfassenden, äusserst sorgfältigen Untersuchung über das Zahnsystem der Ungulaten (111) auf die sehr bedeutungsvolle Thatsache aufmerksam gemacht zu haben (111 passim; cf. auch 112 S. 309—315 und 113 S. 70, 71), dass das provisorische Gebiss geologisch jüngerer Formen dem Zahnsystem älterer Formen näher steht als das Ersatzgebiss, hat speciell für das jetzt lebende Pferd nachgewiesen, dass das Milchgebiss desselben dem Ersatzgebiss des pleistocaenen Pferdes Mitteleuropa's ähnlicher ist als sein Ersatzgebiss, und dass ebenso das pleistocaene Pferd, welches in seinem definitiven Gebiss durchweg Charactere zeigt, die den Uebergang vom Hippariengebiss zum Gebiss der jetzigen Pferde vermitteln, in seinem vorübergehenden Gebiss sich noch enger an Hipparion anschliesst (111 S. 676—682; cf. auch S. 671, 672). An diesen Nachweis hat **Rütimeyer** die Vermuthung eines genetischen Zusammenhanges des jetzt lebenden Pferdes mit den früher genannten Formen geknüpft und die Berechtigung dieser Vermuthung ist um so weniger bezweifelbar, je grösser der Formenreichthum derjenigen[1])

---

[1]) Es wäre sehr wünschenswerth, dass das Extremitätenskelet der zahlreichen miocaenen, pliocaenen und pleistocaenen, in mehrere Genera gebrachten Formen der Equiden, die **Falconer** (30 Taf. 81, 82, Fig. 1—12, 83 ex p., 84 Fig. 1—4, 13—19,

Equiden früherer Perioden ist, die, nach den Verhältnissen ihres Zahnsystemes zu urtheilen, Zwischenformen zwischen den Hipparien und der jetzt lebenden Equusgruppe gebildet haben.

II. Vögel.

Es ist ursprünglich nicht meine Absicht gewesen, das durch die Mannigfaltigkeit der Reductionen bekanntlich sehr interessante Extremitäten-Skelet der Vögel in Bezug auf seine Entwicklung näher zu untersuchen. Der Grund dafür lag in dem Umstande, dass dieses Thema erst unlängst von einem Meister der vergleichend-anatomischen Forschung behandelt worden war, bei welcher Gelegenheit die einzelnen noch offenen Fragen eine so stricte Beantwortung gefunden hatten, dass es kein Interesse haben konnte, an eine Untersuchung zu gehen, die kein anderes Resultat erwarten liess, als eine einfache Bestätigung der Ergebnisse, zu denen Gegenbaur gelangt war und die inzwischen bereits mehrfache Zustimmung erfahren hatten. Indess bedingte der Wunsch, die betreffenden Verhältnisse auch aus eigener Anschauung kennen zu lernen, eine gelegentliche Untersuchung derselben; wider Erwarten stellte sich dabei heraus, dass auf dem in Rede stehenden Gebiete, welches als abgeschlossen gelten konnte, noch einige Nachlese zu halten sei, und durch diesen Umstand ist die Untersuchung veranlasst worden, welche den Stoff zu den nachstehenden Erörterungen geliefert hat.

Von den Abschnitten, in welche das Skelet der vorderen Extremität der Vögel sich gliedert, bietet nur das Handskelet Interesse. Letzteres

---

85 Fig. 1—8; und 88 S. 524—531), Gervais (53 S. 77—79), Rütimeyer (111 S. 674—686, Taf. I, Fig. 6—8, 10, 12, III Fig. 30, 35—37, IV Fig. 12, 13), Burmeister (19 S. 245—251, Taf. XIII, Fig. 1, 8, 12), Leidy (77 S. 257, 262—279, 292—302, 315—325, 327—330, Taf. 17, 18 Fig. 39—56, 19, 21 Fig. 32, 33, 27 Fig. 1, 3—7) Owen (101 S. 544—552, Taf. 57 Fig. 5—8, 60 Fig. 2—6; 101a S. 559—570, 572, Taf. 61 Fig. 1—5, 62 Fig. 1—8) u. A. beschrieben haben, näher untersucht und dass namentlich das offenbar sehr reiche Leidy'sche Material hierüber veröffentlicht werde. Was bis jetzt über diesen Gegenstand vorliegt, beschränkt sich auf gelegentliche Notizen, die sich für den Versuch, genealogische Beziehungen zu ermitteln, nicht weiter verwerthen lassen. — Hier, wie bei andern Gelegenheiten, drängt sich immer wieder die Ueberzeugung auf, die meisten fossilen Formen seien nur deshalb so unvollständig bekannt, weil die Ausbeutung von Lagerstätten in der Mehrzahl der Fälle Personen überlassen bleibt, die den Werth eines Skeletstückes nach seiner Grösse beurtheilen.

wird zunächst und vorzugsweise durch die Verhältnisse des Carpus bedingt, hinsichtlich dessen die Ansichten der früheren Autoren insofern auseinandergingen, als die Einen den Carpus nur aus zwei discreten Elementen (— vom Sehnenbein des Ext. plicae alar. ant long. natürlich abgesehen —) bestehen liessen, während die Anderen annahmen, dass ein oder mehrere Stücke desselben mit dem Metacarpus verschmolzen seien. Zu den Vertretern der ersteren Ansicht zählen Meckel (81 S. 98), d'Alton (1 S. 4), Brandt (13 S. 216), Blanchard (11 S. 98, 99) und Parker (103 S. 229) —; in die zweite Kategorie gehören Cuvier (26 S. 437, 438), der die Vermuthung aussprach, dass alle fünf Carpalien (»la seconde rangée du carpe«) mit dem Metacarpus verschmolzen seien[1]; Owen (93 S. 548), der, — ursprünglich (90 S. 286) ebenfalls ein Anhänger der ersteren Ansicht —, eine Verschmelzung des Carpale ^{3} (Magnum Ow.) mit dem Metacarpus annahm[2], und Humphry (64 S. 6, 7; Taf. II Fig. 34), der sich im Text allerdings mit einiger Reserve äussert[3], in der citirten Figur aber, wie sich aus der Bezifferung ergiebt, das Carpale $^{3-5}$ mit dem Metacarpus vereinigt sein lässt. Auch Sundevall (117 S. 309) würde hierhergehören; derselbe macht indess die mit der Mittelhand verschmelzenden Stücke nicht weiter namhaft und lässt auch noch die andere Möglichkeit offen. — Durch Gegenbaur (43 S. 38—42; Taf. III Fig. 3) ist die Frage, ob resp. wieviel Carpalien mit dem Metacarpus verschmelzen, dahin beantwortet worden, dass eine Verschmelzung überhaupt nicht statt hat. Nach Gegenbaur differenziren sich im Carpus überhaupt nur zwei Stücke, von denen das eine dem Radiale, das andere, einen Fall von Connascenz bietend, dem Intermedio-Ulnare (cf. S. 35, 22 und 23) entspricht; das Centrale und die Carpalien werden nicht mehr angelegt. Der Vogelcarpus hat sonach eine sehr weit gediehene Reduction erfahren, er ist morphologisch im Wesentlichen als reducirter Reptiliencarpus aufzufassen und repräsentirt im Specielleren, wie detailirter erörtert wird, eine extreme Steigerung und Weiterführung von Verhältnissen, die bei den Crocodilen sich bereits angebahnt hatten (cf. S. 32—38, 52; Taf. III Figg. 1 *A* und *B*, 2). Die aus diesen Untersuchungen resultirenden, neuerdings (47 S. 689) recapitulirten Anschauungen **Gegenbaur**'s über den Carpus der ausgebildeten Vogelhand werden von der überwiegenden Mehrzahl derjenigen Autoren, die Deutungen der betreffenden Verhältnisse bringen, getheilt. Es gehören hierher **Harting** (57 S. 219, 220) **Eyton** (28 S. III, Taf. 1), **Milne Edwards** in seinem classischen Werke (83 I. S. 61), **Carus** (20 S. 196), **Rüdinger** (110 S. 133, 158, 159), **Parker** (104 S. 515), **Selenka** (116 S. 72—74), **Newton** (89 S. 342, 343), **Huxley** (67a S. 291, 292) und **Schmidt** (115 S. 298); entgegengesetzt lautende Angaben habe ich nur bei **Owen** (99 S. 73) und **Cunningham** (24 S. 108, 110; Taf. VIa Fig. 16) gefunden. Ersterer, der das Intermedium mit dem Radiale vereinigt sein lässt, statuirt die Verschmelzung des Carpale ^{3} mit dem Metacarpale III (Zählung nach Ow.), ohne indess näheres Detail mitzutheilen; letzterer findet, dass das Carpale ^{3} mit dem Metacarpale II und III (Zählung nach **Meckel**) sich verbunden habe, und veranschaulicht dieses Verhalten durch eine Abbildung, welche die Basalflächen der genannten Metacarpalien in einem Niveau liegend zeigt.

---

[1] Diese Vermuthung ist neuerdings von Franck (36 S. 1032) in beiläufiger Notiz wiederholt worden. Eigene Beobachtungen scheinen der citirten Bemerkung nicht zu Grunde zu liegen, es wäre Franck, abgesehen von andern Irrthümern, sonst nicht begegnet, das Metacarpale I zu übersehen und die Grundphalanx des Daumens dafür zu erklären (cf. S. 1032 und die Erklärung der Fig. 178 auf S. 1030).

[2] Diese Anschauung scheint Owen später (94 S. 104, 105) wieder aufgegeben zu haben: »The carpal and tarsal segments agree in the paucity of their divisions, two bones in each, in all birds . . . the metacarpals coalesce proximally with only part of the carpal series, if at all.« Die Fig. 4 auf Taf. I zeigt nach Ausweis der Bezifferung und der Abgrenzung der Metacarpalien den Carpus nur aus zwei discreten Elementen gebildet. — Nachdem sodann (95 S. 223 und 96 S. 19) nochmals die Ansicht vertreten worden, dass das Carpale ^{3} mit dem Metacarpus sich verbunden habe, findet sich in einer Mittheilung noch neueren Datums (98 S. 37; Taf. II Fig. 2) die ursprüngliche Anschauung retablirt.

[3] »In the terminal segment of the bird's wing the several parts are more confused, and it is not easy to refer them precisely to their respective homotypes in the other classes, . . . there are two separate bones in the carpus, and it would look as though a third were blended with the upper end of the triple metacarpal.«

In Betreff des Metacarpus stimmen alle Untersucher, welche Mittheilungen über seine Entwicklung machen, so namentlich K. E. v. **Baer** (4 I S. 95; II S. 96, 101), **Cuvier** (26 S. 438), **Gegenbaur** (43 S. 40, 41) und **Milne Edwards** (83 I S. 61), hinsichtlich des Umstandes überein, dass nur drei Metacarpalien (mit den correspondirenden Fingern) angelegt werden, bezüglich der Deutung derselben ist indess noch keine Einigung erzielt. Nach der einen Anschauung, die hauptsächlich von **Meckel** (81 S. 99, 100, 102), K. E. v. **Bär** (4 I S. 95) und **Cuvier** (26 S. 438) begründet worden ist, entsprechen die drei, später bekanntlich meist in ziemlich beträchtlicher Ausdehnung mit einander verschmelzenden Metacarpalien der Vogelhand dem Metacarpale I—III des primitiven Handskeletes, die Agenesie hat sonach nur an der ulnaren Seite stattgefunden. Diese Zählungsweise, für welche neuerdings **Gegenbaur** mit gewichtigen, aus dem Verhalten des Metacarpus gewisser Reptilien hergeleiteten Gründen (cf. 43 S. 40—42) eingetreten ist, ist gegenwärtig fast von allen Autoren, — unter ihnen wären **Milne Edwards** (83 I S.

294) und Huxley (65 S. 68) hervorzuheben —, adoptirt; die ihr gegenüberstehende Ansicht, der zufolge die drei zur Entwicklung gelangenden Metacarpalien dem Metacarpale II—IV homolog sind, findet sich nur von Owen (99 S. 73, 74), der sie aufgestellt hat (94 S. 104), und von Humphry (61 S. 7) vertreten. Ihre Hauptstütze hat diese Ansicht in der Owen'schen Deutung der Handreste von Archaeopteryx[1], und allerdings müsste, wie sich bei den bekannten, häufig erörterten, nahen Beziehungen dieses Fossiles zu den Vögeln mit reducirter Caudalwirbelsäule (Ratiten und Carinaten) von selbst versteht, die Meckel'sche Zählungsweise unbedingt aufgegeben werden, wenn in der Folgezeit durch die Auffindung vollständigerer Exemplare (— Archaeopteryx, deren Reste bekanntlich zu den werthvollsten Besitzthümern des an paläontologischen Schätzen so überaus reichen British Museum gehören, ist leider noch immer Unicum —) die Owen'sche Deutungsweise bestätigt werden sollte[2]; aus den schon von Gegenbaur hervorgehobenen allgemeineren Gründen ist indess die Wahrscheinlichkeit, dass dieser Fall sich ereignen werde, eine sehr geringe, und deshalb wird im Folgenden der Zählung nach Meckel beigetreten werden. —

---

[1] Owen selbst betrachtet übrigens seine Deutung nicht als vollkommen gesichert; nachdem er die einzelnen Skeletstücke und ihre Lagerungsverhältnisse geschildert (98 S. 37, 38), bemerkt er ausdrücklich: »It is true, that the parts of the present skeleton show a certain amount of dislocation, and one of the claw-bearing digits might have belonged to the left wing; but this is less probable than that they are on their right side«, und eine ähnliche Aeusserung findet sich an einem spätern Orte (99 S. 74): » . . the remains of the unique example of this ancient fossil bird make it probable, that the hand had a second free unguiculate digit, perhaps the homologue of the pollex.« — Von dem Einwurfe abgesehen, der in dem erstcitirten Passus berührt ist, lässt sich gegen die Owen'sche Deutungsweise meiner Ansicht nach noch ein anderes Bedenken erheben. Dasselbe richtet sich gegen die von Owen als selbstverständlich betrachtete Voraussetzung, dass die als erster und zweiter Finger gedeuteten Skelettheile factisch zum Handskelet von Archaeopteryx gehört haben; beachtet man das Missverhältniss, in welchem die Dimensionen dieser Theile, — das Gesagte bezieht sich in erster Linie auf die kolossale, starkgekrümmte Endphalanx —, zu denen des Metacarpale III und IV (Ow.) und der übrigen Skeletstücke stehen, so kann der Vermuthung, die erstgenannten Stücke seien fremde Einschlüsse, die Berechtigung nicht abgesprochen werden. (cf. 98 Taf. I Fig. 1; in der halbschematischen Fig. 4 auf Taf. II tritt das erwähnte Missverhältniss nicht deutlich genug hervor.) —

[2] Selenka, der sich für die Zählung nach Meckel entschieden hat (116 S. 73—75), dabei zugleich aber die Ansicht vertritt, Archaeopteryx habe »sicher« vier Finger besessen (S. 74, 75), würde in einige Verlegenheit gerathen, wenn er den Versuch machen wollte, in seiner Fig. 5 auf Taf. III, die eine Copie der Owen'schen Restauration der Archaeopteryx-Hand darstellt, den am meisten radialwärts gelegenen Finger zu beziffern.

Aus dem Angeführten ergeben sich ohne Weiteres diejenigen speciellen Verhältnisse, welche bei einer erneuten Untersuchung der Entwicklung des Handskelets der Vögel vorzugsweise zu berücksichtigen waren. Das Ergebniss dieser Untersuchung, soweit dieselbe auf das Hühnchen [1] sich bezieht, lässt sich dahin zusammenfassen, dass im Carpus von den fünf Carpalien des primitiven Handskeletes einerseits das Carpale $^{1.\,2.}$, andererseits das Carpale $^{3.\,4.}$ sich entwickeln, allmälig eine sehr beträchtliche Ausbildung erreichen und schliesslich persistiren, indem sie mit einander und mit dem Metacarpus verschmelzen; hierdurch kommen für den »Metacarpus« der ausgebildeten Vogelhand ähnliche Verhältnisse zu Stande, wie sie vom Metatarsus her bekannt sind. Jedes der genannten Carpusstücke stellt ein auch in der ersten Anlage einheitliches Gebilde dar, über dessen Deutung wegen der Beziehungen zu den Metacarpalien kein Zweifel bestehen kann: das Carpale $^{1.\,2.}$ verbindet sich mit den Basalflächen des Metacarpale I und II; das Carpale $^{3.\,4.}$ trägt das Metacarpale III und ursprünglich auch das transitorisch auftretende Metacarpale IV. Das Metacarpale IV, welches im Lauf der Entwicklung, wie soeben bereits erwähnt, seine anfänglichen Beziehungen zum Carpale $^{3.\,4.}$ aufgiebt, erreicht den Höhepunct seiner Ausbildung erst unverhältnissmässig spät und verfällt alsdann, mit dem Metacarpale III verschmelzend, der Reduction, um schliesslich, — wenigstens in der Mehrzahl der Fälle, ob immer, lässt sich nicht entscheiden —,

---

[1] Das Hühnchen musste schon deshalb gewählt werden, weil Gegenbaur dasselbe als Hauptobject benutzt hatte. Das untersuchte Material vertheilt sich auf folgende Stadien:

Std. I,	Entfernung vom Grunde der Inguinalfalte bis zur Mitte des freien Randes der plattenförmigen hinteren Extremität	2 mm.
— II,	desgl.	3,2 —
— III,	Entfernung vom Grunde der Inguinalfalte bis zur Spitze der 3. Zehe	3,4 mm.
— IV,	desgl.	4,5 —
— V,	Entfernung von der Höhe der Tarsalwölbung (an der Plantarfläche gemessen) bis zur Spitze der 3. Zehe	3,8 mm.
— VI,	desgl.	6,5 —
— VII,	desgl.	11,3 —
— VIII,	desgl.	14,6 —
— IX,	seit zehn Tagen ausgeschlüpftes Hühnchen.	

Für die folgenden Altersstufen war die Herstellung von Schnittserien nicht mehr erforderlich, die einfache Freilegung des Handskeletes genügte; bei 4 von diesen Stadien wurde das Verhalten des Metacarpale IV auf Schnitten untersucht. — Als zweites Untersuchungsobject hat der Sperling gedient; die ursprüngliche Absicht, denselben dem Hühnchen für die älteren Stadien zu substituiren, musste aufgegeben werden, da sich unerwartete Differenzen herausstellten (cf. Text).

vollständig wieder zu schwinden. Hinsichtlich des Centrale 1), des Carpale ^{5}, des Metacarpale V 2), des 4. und 5. Fingers 3) muss ich, hierin mit den früheren Untersuchern übereinstimmend, die Agenesie dieser Skeletstücke constatiren. —

Es wird nunmehr erforderlich sein, auf die Verhältnisse, welche das Carpale $^{1.2.}$, das Carpale $^{3.4.}$ und das Metacarpale IV darbieten, etwas näher einzugehen. — Was zunächst das Carpale $^{1.2.}$ betrifft, so bildet dasselbe, von vorn herein als einheitliche Anlage auftretend, im Beginn seiner Differenzirung (Stad. II und III) eine dünne, leicht convex-concave, annähernd kreisförmige, mit zugeschärftem Rande versehene Platte oder Scheibe, welche von der Basis des Metacarpale II, der sie ihre concave Fläche zuwendet und die sie an Durchmesser um etwas übertrifft, durch einen ziemlich bedeutenden Zwischenraum getrennt ist. Der dem Metacarpale I zusehende, von ihm ziemlich weit abstehende Randtheil geht ohne scharfe Grenze in noch indifferent erscheinendes, durch dichtere Zusammendrängung der Zellen characterisirtes Gewebe über, welches sich bis zur Basis des Metacarpale I verfolgen lässt. — Die Formveränderungen, welche das Carpale $^{1.2.}$ im weiteren Verlauf der Entwicklung unter gleichzeitigem Fortschreiten der Gewebsdifferenzirung eingeht, sind zunächst noch unbedeutend und

---

1) Obgleich bei keinem der untersuchten Embryonen eine Anlage des Centrale sich hat nachweisen lassen, scheint dasselbe doch nicht in allen Fällen agenetisch zu sein. Ich schliesse das aus dem gelegentlichen Vorkommen eines ellipsoidischen, in seinem längsten Durchmesser etwa 2,5 mm. messenden Knöchelchen in der Bandmasse, die von dem ulnaren Rande der distalen Fläche des Radiale zum Intermedio-Ulnare sich hinzieht (Lig. carpi intern. nach Selenka S. 73). Das betreffende, von keinem der mir bekannten Autoren erwähnte, nicht gerade selten zu findende Knöchelchen, welches keineswegs wie eine partielle Ossification des Lig. carpi intern. erscheint, liegt dem Radiale ziemlich dicht an. Da es genau den Ort einnimmt, wo bei vielen Reptilien (den Eidechsen, cf. Gegenbaur 43 S. 22, Taf. II Figg. 4—11) das Centrale, welches letztere manchmal, so namentlich bei Seps (S. 24, Taf. II Fig. 8), schon sehr klein ist, liegt, ist dasselbe aller Wahrscheinlichkeit nach als Centrale anzusehen.

2) Besonderes Interesse hätte die Auffindung des Metacarpale V gehabt, weil dadurch die Controverse hinsichtlich der Zählungsweise endgültig erledigt worden wäre.

3) Die Entwicklung des bekanntlich nur noch aus der Grundphalanx bestehenden dritten Fingers, der vier Phalangen besitzen müsste, wenn er nicht verkümmert wäre, habe ich nicht weiter untersucht. Wie Gegenbaur angiebt (43 S. 41), entwickelt sich nur die Grundphalanx desselben; nach einer gelegentlichen Beobachtung halte ich es für wahrscheinlich, dass vorübergehend wenigstens noch die 2. Phalanx zur Ausbildung gelangt. In dem betreffenden Falle (Stad. VI) trug die Spitze der Grundphalanx die unverkennbare Anlage eines Gelenkes, dem eine kegelförmige Zellengruppe vorgelagert war.

beschränken sich im Wesentlichen auf rascheres Wachsthum des dorsalen Antheils; noch im Stad. V bestehen die ursprünglichen Verhältnisse fast ungeändert fort (cf. Fig. 27). Sodann (Stad. VI) beginnt die Verschmelzung des Carpale $^{1 \cdot 2}$ mit der ulnar- und zugleich etwas proximalwärts gerichteten, eine schmale Zone bildenden Basalfläche des Metacarpale I, ein Vorgang der zuerst nur in beschränkter Ausdehnung, am dorsalen und volaren Rande der Basis, zu Stande kommt. Dabei ist zugleich der Abstand vom Metacarpale II geringer geworden, die Platte hat sich ziemlich erheblich verdickt und so wird das Verhalten vorbereitet, welches das Carpale $^{1 \cdot 2}$ im Stad. VII zeigt, wo es seine definitive Form nahezu erlangt hat. Dasselbe stellt jetzt eine im Querschnitt annähernd vierseitige (cf. Fig. 33) Knorpelplatte von ungleicher Mächtigkeit dar, die fast mit dem ganzen Umfange der Randzone ihrer distalen, im Centrum stark vertieften Fläche mit den entsprechenden Particen der in ihrer Mitte gleichfalls vertieften Basis des Metacarpale II zu verschmelzen begonnen hat, wobei die characteristische Stellung der Knorpelzellen die frühere Isolirtheit beider Stücke ohne Weiteres erkennen lässt. Nur an einer beschränkten, radialwärts gelegenen Stelle (cf. Fig. 30), sowie in einer etwas längeren Strecke des Ulnarumfangs ist die Verschmelzung noch nicht eingeleitet. Die proximale Fläche des Carpale $^{1 \cdot 2}$ ist in der Richtung vom radialen zum ulnaren Rande stark convex (Figg. 29—32), in der darauf senkrechten noch fast plan (Fig. 28), erst später wird sie deutlich concav; sie verläuft ziemlich stark geneigt, die dorsale, etwas gewölbte Seitenfläche ist deshalb beträchtlich höher als die bedeutend kleinere Volarfläche (Fig. 28). Die radiale Seitenfläche zerfällt in zwei Abschnitte; der grössere, dorsalwärts gelegene, plane Antheil ist mit der Basalfläche des Metacarpale I in ganzer Ausdehnung verschmolzen und der Form dieser Fläche entsprechend volarwärts verschmälert, der freibleibende Abschnitt ist verjüngt und stark convex. Eine ulnare Seitenfläche existirt kaum, die proximale und distale Fläche gehen ulnarwärts durch einen im Allgemeinen abgerundeten, nur in seiner mittleren Partie zugeschärften, fast geradlinig verlaufenden Rand ineinander über. — In späterer Zeit vereinigt sich das Carpale $^{1 \cdot 2}$, das dabei zugleich mit dem Carpale $^{3 \cdot 4}$ zusammenzufliessen beginnt, in immer grösserer Ausdehnung mit dem Metacarpale II; im Stad. VIII, wo die Verschmelzungsgrenze gegen das Metacarpale I nicht mehr erkannt werden kann, ist die Verschmelzung am Radialumfange bereits vollständig und der centrale Zwischenraum erheblich verkleinert; im Stad. IX, wo das Carpale $^{1 \cdot 2}$ schon stark vascularisirt ist, hat sie sich vollendet. Erst durch die Verknöcherung wird die ursprüngliche Selbstständigkeit des Carpale $^{1 \cdot 2}$, selbstverständlich aber nur scheinbar, vorübergehend wieder hergestellt (cf. Fig. 39 a) und damit einer der Fälle gegeben, in denen die Art und Weise des Auftretens der Ossification einen Rückschluss auf frühere Zustände gestattet. Es ist offenbar, dass die Beobachtung einer solchen Entwicklungsstufe die Eingangs citirten Anschauungen von Owen and Cunningham veranlasst hat; bei der Beurtheilung der Angaben dieser Autoren ist indess der Umstand zu berücksichtigen, dass weit früher als die Ossification beginnt, die Verschmelzung des Carpale $^{1 \cdot 2}$ mit dem Metacarpale I und II und mit dem Carpale $^{3 \cdot 4 \cdot}$ zu einer Knorpelmasse erfolgt ist, und dass auch bei Vögeln eine Epiphysenbildung nicht vollständig fehlt, wie das neuerdings von Huxley für den vordern Antheil des proximalen Endes der Tibia, der isolirt verknöchert (»cnemial epiphysis«), dargethan worden ist (66 S. 30 und Fig. 2 auf S. 20). Für die Schätzung der Grössenverhältnisse, die das Carpale $^{1 \cdot 2 \cdot}$ um diese Zeit zeigt, giebt die Fig. 39 a Anhaltspuncte; dass das Carpale $^{1 \cdot 2 \cdot}$, welches im weitern Verlauf der Verknöcherung mit den vorher genannten, ebenfalls isolirt ossificirenden Skeletstücken vollkommen verschmilzt (— zuerst vereinigt es sich mit dem Metacarpale I, sodann mit dem Carpale $^{3 \cdot 4 \cdot}$ —), persistirt, bedarf eigentlich nicht mehr der Erwähnung; seine proximale Fläche bildet die poulie supérieure du métacarpien oder carpienne (métacarpienne I S. 62) von Milne Edwards (I S. 61 und passim).

Das Carpale $^{3 \cdot 4}$, welches sich gleichfalls als einheitliche Zellengruppe differenzirt (Stad. II und III), hat zunächst die Form eines in dorso-volarer Richtung etwas abgeplatteten Cylinders, welcher vom Carpale $^{1 \cdot 2}$ und dem Metacarpale II durch einen beträchtlichen Zwischenraum getrennt ist; seine proximale Endfläche liegt etwas höher als die gleichnamige des Carpale $^{1 \cdot 2}$, während die distale Endfläche nur wenig unter das Niveau der Basis des Metacarpale II hinabreicht. In den radialen Antheil der distalen Fläche geht die Basis des Metacarpale III ohne deutliche Grenze über; ein Abschnitt der ulnaren Randzone trägt die Basis des Metacarpale IV, die ebenfalls nicht deutlich abgesetzt ist. Diese primitiven Beziehungen zu den beiden Metacarpalien, die an das Verhalten der ungegliederten Radien des Archipterygium erinnern, bleiben indess nicht lange bestehen: die stark sich verbreiternde Basis des Metacarpale III beginnt sich abzugrenzen und erscheint im Stad. VI deutlich durch Perichondrium vom Carpale $^{3 \cdot 4 \cdot}$ isolirt, worauf im Stad. VII die Verschmelzung der beiden Knorpel sich einleitet; das Metacarpale IV, dessen Basis sehr bald zu verkümmern anfängt, rückt in dem Masse, als diese Reduction fortschreitet, vom Carpale $^{3 \cdot 4 \cdot}$ ab, und nur durch das langsamer atrophirende Perichondrium des Basaltheils, welches nunmehr einen soliden strangförmigen Zug dichteren Gewebes bildet, wird noch für längere Zeit eine mittelbare Verbindung unterhalten. — Seine ursprüngliche Form im Wesentlichen auch in den folgenden Stadien (cf. Fig. 27) beibehaltend, entwickelt das Carpale ³·⁴· (Stad. IV) einen zunächst noch kurzen, kegelförmigen Fortsatz, der von dem distalen Theil der radialwärts sehenden Seitenfläche entspringt und radial- und zugleich volarwärts gerichtet ist. — Im weitern Verlauf der Entwicklung rückt das Carpale ³·⁴·, dessen distaler Theil sich stärker vergrössert als der proximale, der allmälig eine Kuppenform annimmt, dem Carpale ¹·²· und dem Metacarpale II immer näher und gelangt zugleich tiefer hinab (cf. Fig. 31), welche Lagenveränderung vorzugsweise durch die excessive Entwicklung des Metacarpale II bedingt erscheint. Sodann beginnt die Verschmelzung des proximalen Antheils mit dem Carpale ¹·²·; dieselbe betrifft anfänglich (Stad. VIII) nur die dorsale Grenzzone, im Stad. IX ist sie vollständig eingetreten und die ursprüngliche Isolirtheit der beiden Stücke auch aus der Stellung der Knorpelzellen nicht mehr zu erschliessen (cf. Fig. 36 im Vergl. zu Fig. 33). Erst durch den Eintritt der Verknöcherung erlangt das Carpale ³·⁴·, in derselben Weise wie das Carpale ¹·²·, seine frühere Selbstständigkeit für einige Zeit scheinbar wieder zurück; beim weitern Fortschreiten der Verknöcherung verschwindet zuerst die Abgrenzung gegen das Carpale ¹·²·, — eine seichte Einkerbung, die échancrure interarticulaire interne von Milne Edwards (I S. 62, II S. 267), bleibt an der Stelle bestehen, wo die proximalen Theile der beiden Knorpel zusammentrafen —; sodann erfolgt die Vereinigung mit dem Metacarpale III; der Grund einer Einsenkung am ulnaren Rande des Carpo-Metacarpus [1]), die Milne Edwards als Fosse carpienne postérieure (I S. 62) beschrieben hat, bezeichnet den Ort, wo die distale Partie des Carpale ³·⁴· in die Basis des Metacarpale III übergeht. Die gewölbte dorsale Fläche des Carpale ³·⁴· bildet die Articulationsfläche für den dorsalen Schenkel des Intermedio-Ulnare; die volare Fläche höhlt sich allmälig etwas aus; der früher abgerundete ulnare Rand schärft sich immer mehr zu, und wird zuletzt fast schneidend. — Inzwischen hat der Fortsatz des Carpale ³·⁴· sich erheblich vergrössert; im Stad. VII erscheint er, unter rechtem Winkel vom Körper des Carpale ³·⁴· abgehend (Fig. 32), fast cylindrisch, etwas comprimirt (Fig. 28), sein abgerundetes Ende ist in die Nachbarschaft der Sehne des Flex. digg. long. prof. (cf. 110 S. 159) gelangt (Fig. 34). Dieses Ende beginnt

---

1) Es erscheint zweckmässig, die Thatsache, dass in die Zusammensetzung des »Metacarpus« der ausgebildeten Vogelhand auch Elemente des Carpus eingehen, durch den im Text gebrauchten Terminus auszudrücken, der trotz seiner Incorrectheit aus nahe liegenden Gründen nicht leicht Missverständnisse veranlassen kann.

später, wo der Fortsatz sich noch stärker entwickelt hat, sich zu verdicken; es bleibt dabei zunächst noch convex (Stad. VIII) und ist der Sehne schon sehr nahe gerückt. Im Stad. IX hat der Fortsatz seine bleibende Gestalt nahezu erreicht; er ist jetzt besonders in seinem Basaltheil stark verbreitert, und der Volarfläche des Metacarpale II, mit dessen Periost sein Perichondrium durch kurze Bindegewebszüge zusammenhängt, entsprechend gekrümmt, so dass seine concave Fläche sich verhältnissmässig eng dem Metacarpale II anschliesst; sein stark verdicktes Ende zeigt eine seichte Furche, in welcher die erwähnte Sehne nunmehr verläuft (cf. Fig. 37). Dieses Ende, dessen Sehnenfurche sich später meist noch etwas vertieft, verknöchert erst sehr spät, — noch in dem Stadium, welches die Fig. 39a wiedergiebt, ist es knorpelig —, und bildet alsdann, nachdem der ganze Fortsatz mit dem Metacarpale II verschmolzen, einen mehr oder weniger stark prominirenden Vorsprung (cf. Fig. 39 b, c), der von **Milne Edwards** als apophyse pisiforme[1]) (I S. 63; II S. 207) bezeichnet worden ist. —

Das Metacarpale IV, welches im Stad. II sich anlegt, hat im Stad. III, wo es die Länge des Metacarpale I besitzt, im Allgemeinen die Gestalt eines ulnarwärts schwach gekrümmten, sehr gestreckten Kegels, der mit dem Metacarpale III divergirt; die Basis desselben (Fig. 26), in der die Knorpeldifferenzirung am frühesten beginnt, geht continuirlich in das Zellenlager des Carpale $^{3 \cdot 4}$ über; die Spitze des distalen, seitlich etwas abgeplatteten Theils verliert sich in indifferentes Gewebe. Die ursprüngliche Gestalt bleibt nur kurze Zeit bestehen, durch den baldigen Eintritt einer Verkümmerung des Basaltheils erhält das Metacarpale IV die Spindelform; im Stad. V ist die Basis schon deutlich verjüngt (cf. Fig. 27[2])), und im Stad. VI steht der proximale Theil nur noch durch einen Perichondriumstrang mit dem Carpale $^{3 \cdot 4}$ in Zusammenhang. — In den spätern Stadien entwickelt sich der distale, sich stärker abplattende (cf. Figg. 35, 38) Theil des Metacarpale IV verhält-

---

1) Der bei dieser Gelegenheit gemachten Bemerkung, **Cuvier** habe den betreffenden Vorsprung dem Pisiforme verglichen, liegt ein Missverständniss zu Grunde. An und für sich ist es schon sehr unwahrscheinlich, dass **Cuvier** das Homologon des Pisiforme unter den Stücken der seconde rangée werde gesucht haben, und zudem geht aus der Fassung des **Cuvier**'schen Textes (26 S. 438) hervor, dass die in Rede stehende Deutung einem häufig vorhandenen Höcker des Intermedio-Ulnare gilt.

2) Die citirte Figur veranschaulicht zugleich eine interessante, in früheren Stadien noch prägnanter hervortretende Thatsache, auf die bereits K. E. v. **Baer** (4 I S. 94, 95, II S. 96, 101) aufmerksam gemacht hat, das Divergiren der Metacarpalien. Dieses mit den Beziehungen der Metacarpalien im primitiven Handskelet übereinstimmende Verhalten ist um so bemerkenswerther, je weiter die Zustände des Metacarpus der ausgebildeten Vogelhand davon abliegen.

nissmässig stark, während die Reduction des Basaltheils weitere Fortschritte macht und die proximale Spitze immer tiefer hinabrücken lässt; die distale Spitze liegt dabei zunächst noch in der Höhe des Capitulum vom Metacarpale I und erst sehr allmälig bildet sich das Lagerungsverhältniss aus, welches die Fig. 39 veranschaulicht; zugleich schliesst sich das Metacarpale IV der ulnar- und volarwärts sehenden Fläche des Metacarpale III immer enger an. — Die Verknöcherung des Metacarpale IV tritt zu einer Zeit ein, wo der bekannte, characteristisch geformte Muskelfortsatz des Mc. II, der als isolirtes Gebilde auftritt, noch vollkommen knorpelig ist (bei etwa einmonatlichen Hühnern); hierbei zeigt sich das bemerkenswerthe Verhalten, dass das Metacarpale IV nicht wie ein Metacarpale, sondern wie ein Carpusstück ossificirt, indem es zur Bildung einer perichondralen Lamelle überhaupt nicht mehr kommt; in ähnlicher Weise verhält sich das homologe Skeletstück bei Seps, wie GEGENBAUR (43 S. 25) nachgewiesen hat. Das verknöcherte, mit dem Mc. III aber noch nicht verschmolzene Mc. IV (Fig. 39 a, b) ist ein im Allgemeinen elliptisches Knochenplättchen, dessen Formen und Grössenverhältnisse ziemlich stark variiren; in dem in Fig. 39 b abgebildeten Falle betrug der Längsdurchmesser 5 mm., der Breitendurchmesser 1½ mm. Die Lagerungsverhältnisse werden aus Fig. 39 ersichtlich; der distale Antheil überdeckt den Beginn einer, später schärfer ausgeprägten, Criste des Mc. III, die in schräger Richtung über die Volarfläche verlaufend, zum Winkel des ulnaren Randes vom Mc. III sich hinzieht. — In noch späterer Zeit, wo der Muskelfortsatz schon verknöchert, mit dem Mc. II 1) aber noch nicht zusammengeflossen ist, verschmilzt das Mc. IV mit dem Mc. III (Fig. 39 c) und dann erst tritt die Reduction ein, die, wie die Vergleichung mit älteren Stadien zeigt, schliesslich wenigstens in der Mehrzahl der Fälle den vollständigen Schwund des Mc. IV herbeiführt. Ob dieses Endresultat in allen Fällen erreicht wird, lässt sich nicht weiter angeben; wegen des Umstandes, dass die Reduction erst beginnt, nachdem das Mc. IV mit dem III bereits vollkommen verschmolzen ist, und weil die Lamellensysteme der beiden Knochen keine Differenzen zeigen, fehlen die Anhaltspuncte zur Entscheidung der Frage, ob die bei älteren Individuen gelegentlich zu beobachtenden Höckerchen der erwähnten Criste des Mc. III als Reste des Mc. IV anzusehen seien oder in die Kategorie der sonstigen, kein

---

1) Da die Fälle, in denen es im Verlauf der Ossification zur secundären Bildung von hyalinem Knorpel kommt, nicht häufig sind, sei hier nebenher erwähnt, dass an der breiten Criste, welche die Knochenrinde des Mc. II gegen den Muskelfortsatz entwickelt, gleichfalls das Auftreten von hyalinem Knorpel beobachtet werden kann.

weiteres Interesse besitzenden, mannigfachen Protuberanzen gehören, die im Handskelet älterer Exemplare zur Ausbildung gelangen. Wegen der grossen Variationsbreite rudimentärer Gebilde ist es im Allgemeinen nicht unwahrscheinlich, dass in manchen Fällen Antheile des Mc. IV persistiren. —

Im Anschluss an die vorstehende Erörterung wird zunächst die Frage zu berühren sein, in wieweit die auf das Hühnchen als Repräsentanten der Alectoropoden Huxley's (64 S. 296, 299) sich beziehenden Befunde auch für die übrigen Formengruppen der Classe der Vögel Geltung haben. — Hinsichtlich der vier Carpalien ist die Sachlage eine sehr einfache, die Existenz der genannten Carpuselemente ist überall da sicher, wo die Skulpturverhältnisse des proximalen Theils vom »Metacarpus« mit dem für die Alectoropoden characteristischen Verhalten übereinstimmen. Letzteres ist bei der überwiegenden Mehrzahl der Vögel der Fall, wie unter Anderem aus dem Text und den Tafeln der Milne Edwards'schen Arbeit und dem Eyton'schen[1] Tafelwerk ersehen werden kann; fast alle Carinaten, und unter den Ratiten Struthio und Rhea lassen dieses Verhalten erkennen. Nur für die Sphenisomorphen (cf. Brandt 13 S. 216, Taf. XII Figg. 5, 6) und für die Ratiten mit reducirtem Handskelete (Casuarius, Dromaeus und Apteryx (cf. d'Alton 1 S. 16, Taf. III, IV, VI Fig. *g*, VII Fig. *e*; Meckel 81 S. 100; Owen 91 S. 291, Taf. 49 und 52 Fig. 1; Huxley 63 S. 423 und 62 Taf. IX Fig. 6; Blanchard 10 Homalostern. Taf. 1) bedarf es der Untersuchung, ob Elemente des Carpus mit dem Metacarpus verschmelzen, und eine eingehende Behandlung dieser Verhältnisse wäre um so wünschenswerther, als bei den zuletzt angeführten Formen auch hinsichtlich der Deutung des Metacarpus die Ansichten der Autoren nicht übereinstimmen. Ob der einzige Repräsentant der Saururen, Archaeopteryx, Carpalien besessen habe, lässt sich zur Zeit nicht entscheiden, indess darf erwartet werden, dass eine erneute Untersuchung des Originals noch einige für die Entscheidung der vorliegenden und verwandter Fragen belangreiche Einzelheiten eruiren werde; es existiren wenigstens, wie bei der Betrachtung der Archaeopteryx-Platte bei Owen (98 Taf. I Fig. 1) sich ergiebt, mehrfache Anhaltspuncte für die Ansicht, dass einige umherverstreute Skeletstücke, die unbeziffert geblieben sind und auf die der Text nicht weiter zu reden kommt, als Bestandtheile des

---

[1] Bei dieser Gelegenheit sei beiläufig bemerkt, dass man, an die Durchsicht des umfangreichen Eyton'schen Tafelwerkes gehend, nicht erwartet, solchen Irrthümern zu begegnen, wie sie beispielsweise auf den Tafeln 2 *A*, 1 *J* (Struth. cam.) und 1 *L* sich dargestellt finden.

Handskeletes zu deuten seien. Vorläufig liesse sich die Ansicht, Archaeopteryx habe gleichfalls ein Carpale ¹·²· und ein Carpale ³·⁴· besessen, nur vermuthungsweise hinstellen; es spräche für dieselbe die Niveaudifferenz der proximalen Endflächen des Mc. II und III, deren Beziehungen zu einander anscheinend ungestört geblieben sind, und ausserdem ein von OWEN (S. 38) erwähnter Umstand: »the proximal articular (?) surfaces are convex, indented by grooves«; letzterer Umstand könnte die weitere Annahme veranlassen, dass Archaeopteryx, deren Metacarpalien bekanntlich, wie schon von OWEN hervorgehoben worden, nicht mit einander verschmolzen sind, auch noch in sofern ziemlich primitive Zustände zeige, als die präsumirten Carpalien keine vollkommene Verschmelzung mit den Metacarpalbasen eingehen und leicht abtrennbar bleiben. — Was das Metacarpale IV anlangt, so ist dasselbe wahrscheinlich bei ziemlich vielen, in ihrem Handskelet sonst nicht weiter reducirten Formen agenetisch, wenigstens habe ich bei einem Vertreter der umfangreichen Gruppe der Coracomorphen, dem Sperling, dessen Carpalien wie beim Hühnchen sich verhalten, vergeblich nach demselben gesucht. Voraussichtlich wird das Metacarpale IV bei den Peristeromorphen, um ein leicht zu erlangendes Untersuchungsobject zu nennen, und sodann bei den Tetraoniden nachzuweisen sein, bei letzteren, die eine sehr bedeutende échancrure interarticulaire interne besitzen (cf. MILNE EDWARDS II S. 208), deren Carpalien also nicht in dem Grade mit einander verschmelzen wie beim Huhn, wird es möglicherweise eine beträchtliche Entwicklung zeigen.

Gelegentlich einer Erörterung der Frage, ob im Verhalten des Handskeletes fossiler Reptilien specielle Beziehungen zum Carpo-Metacarpus der Vögel sich erkennen lassen, würde, soweit ich die Literatur habe einsehen können, vorläufig nur Compsognathus in Betracht zu kommen haben. Für dieses interessante Fossil, dessen Beziehungen zu den Vögeln schon seinem ersten Beschreiber, WAGNER (119 S. 94—102), nicht ganz entgangen waren, ist bekanntlich von GEGENBAUR (41 S. 467—469 und 43 S. 85, 86) detailirt dargethan worden, dass die Eigenthümlichkeiten, welche es im Bau seiner hinteren Extremität zeigt, Verhältnisse darstellen, die, falls sie weiter ausgebildet werden könnten, die characteristischen Eigenthümlichkeiten des Skeletes der hinteren Extremität der Vögel ergeben würden. Leider kann die bezügliche Vergleichung nicht angestellt werden, da bei dem einzigen bisher bekannt gewordenen Exemplar gerade das Handskelet nur sehr unvollständig erhalten ist; namentlich vom Carpus ist nichts mehr vorhanden und dieser Umstand ist um so mehr zu bedauern, als die beiden[1] allein übrig gebliebenen linkseitigen Metacarpalien, die unzweifelhaft das Mc. II und III sind, in ihren Form- und Lagerungsverhältnissen bereits die Beziehungen der homologen Stücke der Vogelhand zeigen: das sehr schlanke, ulnarwärts gekrümmte Mc. III berührt das stark entwickelte, ulnarwärts leicht ausgeschweifte Mc. II nur mit seinen beiden Enden (eine Verschmelzung beider Stücke scheint nicht vorhanden zu sein), und seine Basis liegt erheblich tiefer als die proximale Endfläche des Mc. II, während sein Capitulum die distale Endfläche des Mc. II nur um etwas überragt (cf. 149 Taf. III).

Was die jetzt lebenden Reptilien anbetrifft, so steht unter den von Gegenbaur (43 S. 18—27, 32—38) auf das Verhalten ihres Handskeletes untersuchten Formen, die aus zahlreichen Vertretern aller Hauptgruppen bestehen, Seps (cf. S. 24, 25, Taf. II Fig. 8) hinsichtlich der morphologischen Beziehungen seines Handskeletes den Vögeln am nächsten. Dass Seps ein sehr kleines, zwischen Radiale und Intermedio-Ulnare gelegenes Centrale besitzt, ist bereits erwähnt worden; in der distalen Reihe finden sich nur zwei Stücke, von denen eines, das Carpale $^{1.\,2.}$, mit dem Mc. I und II in Gelenkverbindung steht, während das andere, sehr umfangreiche, als Carpale $^{3.\,4.}$ zu deutende Stück mit dem Mc. III und dem nur in seinem proximalen Theil erhaltenen Mc. IV articulirt (Gegenbaur definirt die beiden Stücke als Carpale ^{2} und Carpale ^{3}, und Fürbringer (37 S. 10) ist ihm darin gefolgt). Das Mc. V, der 4. und 5 Finger fehlen ganz, und der 3. Finger besitzt nur drei Phalangen. — Es bliebe zu ermitteln, ob unter den von Fürbringer (S. 11) aufgeführten, nicht weiter untersuchten anderen Sauriern mit vom Ulnarrande her reducirtem Handskelet (Sepomorphus, Hemiergis, Nessia) Formen existiren, die in Bezug auf die in Rede stehenden Verhältnisse sich noch enger an die Vögel anschliessen, als Seps.

Die Berichterstattung über die Untersuchung der Entwicklung des Tarsus und Metatarsus, der vorzugsweise interessirenden Abschnitte der hinteren Extremität der Vögel, kann kurz gefasst werden, da die gemachten Erfahrungen, sofern sie den Tarsus betreffen, in allem Wesentlichen eine einfache Bestätigung der Untersuchungsresultate Gegenbaur's bilden. Gegenbaur hat bekanntlich, — nachdem frühere Autoren entweder angenommen hatten, dass den Vögeln der Tarsus fehle 1), oder aber der Ansicht gewesen waren, dass der Tarsus mit dem Metatarsus verschmolzen sei 2) —, in einer sehr eingehenden Arbeit dargethan, dass im Tarsus nur zwei Stücke sich differenziren, von denen das proximale Stück, welches, wie durch die Untersuchung des Tarsus gewisser Reptilien überzeugend nachgewiesen wird, eine Connascenz des Tibiale, Intermedium, Fibulare und Centrale bildet, später mit dem distalen Ende der Tibia verschmilzt, während das distale, dem Tarsale $^{1-5}$ homologe Stück mit den Basen des Metatarsale II—IV zusammenfliesst (cf. 41 S. 450—472 u. 43 S. 93—108, Taf. VI Figg. 1—7; cf. auch 47 S. 699, 700). Der Gegenbaur'schen Darstellung des Sachverhaltes, der Harting (57 S. 240, 241), Huxley (63 S. 416, 417 und 65 S. 69), Selenka (116 S. 85, 87) und Parker (104 S. 519) sich angeschlossen haben, muss ich auf Grund meiner eigenen Erfahrungen 3) vollkommen beistimmen, und habe eine Differenz nur in einem Puncte zu constatiren, der, isolirt betrachtet, die Uebereinstimmung zwischen Compsognathus und den Vögeln nicht so gross erscheinen lässt, als Gegenbaur sie dargestellt hat. Es bezieht sich diese Differenz auf die Angabe über die Zeitfolge des Verschmelzens der beiden Tarsusstücke mit den

---

[1] Das dritte der von Wagner als Metacarpalien angesehenen Stücke ist aller Wahrscheinlichkeit nach der distale Theil des linken Radius. Wagner äussert sich (S. 98) über die betreffenden Stücke wie folgt: ». . . zwei phalangenähnliche Knöchelchen, die man ohne Bedenken der Mittelhand zuschreiben darf . . . zwischen ihnen liegt ein drittes, ähnliches, aber sehr dünnes Glied «

---

1) Diese Anschauung, der in neuerer Zeit nur noch van der Hoeven (6 S. 161) angehangen hatte, ist jüngst von Owen adoptirt worden: »The distal trochlear end of the bird's tibia, in its epiphysial state, answers to the distal trochlear epiphysis of the ruminant's tibia . . . the proximal epiphysis of the bird's metatarsus answers to the proximal epiphysis of the ruminant's metatarsus . . . the metatarsus articulates directly with the tibia (100 S. 53, 77. 78, Figg. 3, 4). Einer Kritik dieser Anschauung bedarf es nicht, und es wird unerklärt bleiben, wie ein um die Eruirung von Homologieen so hochverdienter Autor derselben hat beitreten können. (Hinsichtlich der Principien, welche bei der Beurtheilung von Skeletverhältnissen im Allgemeinen, und bei der Bestimmung des in den verschiedenen Fällen äusserst ungleichen morphologischen Werthes der Ossificationscentra im Speciellen, massgebend sein müssen, vergleiche man neben dem von Owen (92 S. 36—39), Bruch (15 S. 12, 13, 60, 69 und 16 S. III, 1) und H. Müller (86 S. 225, 226) darüber Angeführten die meisterhafte Auseinandersetzung bei Gegenbaur (46 S. 404—406). Wie unerlässlich die Befolgung dieser Principien auch in den Fällen der letzteren Kategorie ist, hat Owen sehr treffend hervorgehoben: »The strangest aberrations in homological aims have arisen from a non-recognition of the distinction between teleological and homological centres of ossification.«)

2) Letztere Ansicht, die von Cuvier begründet worden, wird von Milne Edwards (1 S. 49) vertreten.

3) Das untersuchte Material vertheilt sich auf folgende Stadien (die blos mit einer Ziffer bezeichneten Stadien sind identisch mit den unter denselben Ziffern früher angeführten, die Zwischenstadien sind durch Buchstaben bezeichnet):

Nachbargebilden; nach **Gegenbaur** (43 S. 98, 100) tritt die Verschmelzung des proximalen Stückes mit der Tibia früher ein, als die Tarsalien mit dem Metatarsus sich vereinigen; ein Verhalten, das, wie **Gegenbaur** hervorhebt, deshalb sehr bemerkenswerth ist, weil bei Compsognathus das proximale Stück schon vollständig mit der Tibia verschmolzen ist, während die Tarsalien noch drei discrete (Tarsale $^{1.\,2}$, Tarsale ^{3}, Tarsale $^{4.\,5}$) und mit den Metatarsalien nicht verbundene Elemente bilden (cf. 119 Taf. III). Ich finde, dass das Umgekehrte statt hat (cf. Fig. 41; dass das Metatarsale III, welches natürlich (cf. Fig. 40) gleichfalls mit dem entsprechenden Tarsaltheil verschmolzen ist, in Fig. 41 isolirt erscheint, ist dadurch bedingt, dass die Basis desselben nicht mehr in den der Dorsalfläche verhältnissmässig nahgerückten Schnitt gefallen ist; die von **Gegenbaur** eingehender besprochene Lagenveränderung des Metatarsale III ist in dem betreffenden Stadium bereits ziemlich stark ausgebildet); hieraus wird indess nicht ohne Weiteres gefolgert werden können, in den zu den Vögeln hinüberleitenden Formen sei allgemein das proximale Tarsusstück länger isolirt geblieben als das distale; aus Gründen der Analogie erscheint es gerechtfertigt, in dem vorliegenden Factum einen der Fälle zu sehen, in denen primitive Zustände in den proximalen Abschnitten der Extremität länger sich erhalten als in den distalen, und damit anachronistische Beziehungen herstellen.

In Bezug auf den Metatarsus war zunächst zu untersuchen, ob das Metatarsale I, welches bekanntlich auch bei den Vögeln, wo dasselbe am wenigsten reducirt erscheint, nur in seinem distalen Antheil erhalten ist, in frühen Stadien, wie nach einigen von **Gegenbaur** hinsichtlich seiner Entwicklung gemachten Angaben (41 S. 456, 457, 43 S. 97, Taf. VI Fig. 2) zu erwarten stand, vollständig ausgebildet sein und mit dem Abschnitte des Tarsale $^{1-5}$, der das Tarsale ^{1} repräsentirt, in Contiguität stehen werde. Letzteres ist nicht der Fall; die Agenesie seines proximalen Antheils kann bei der Zahl der untersuchten Stadien als definitiv festgestellt gelten, und die betreffende partielle Reduction wird als ein sehr frühzeitig erfolgter Vorgang anzusehen sein, da die-

Stad.	III—VI.		
—	VIa,	weiter vorgeschritten als VI (cf. Fig. 41 im Vergl. zu Fig. 40), der Abstand von der Höhe der Tarsalwölbung bis zur Spitze der 3. Zehe beträgt aber nur	6,2 mm.
—	VIb,	desgl.	9,4 —
—	VII.		
—	VIIa,	desgl.	12,8 —
—	VIII.		
—	VIIIa,	desgl.	17,2 —

selbe schon bei Compsognathus (119 Taf. III) eingetreten ist. — Sodann war zu untersuchen, ob das Metatarsale V und die 5. Zehe, deren Agenesie bekanntlich als ein für die Classe der Vögel characteristisches Verhältniss gilt (cf. GEGENBAUR 47 S. 700), vorübergehend auftreten. Die 5. Zehe, die schon bei manchen fünfzehigen Reptilien eine Verringerung ihrer Phalangenzahl zeigt und bei anderen (den Crocodilen und Compsognathus) vollständig geschwunden ist, hat nicht nachgewiesen werden können; das Metatarsale V kommt indess transitorisch zur Entwicklung und wiederholt hierbei in seinen topographischen Beziehungen zu dem als Tarsale ^{5} anzusehenden Antheil des Tarsale $^{1-5}$, zum Theil aber auch in seinen Formverhältnissen, im Wesentlichen das Verhalten, welches das Metatarsale V allgemein bei Reptilien (cf. GEGENBAUR 43 S. 71, 74, 75, 84, 87, Taf. V) auch in den Fällen zeigt, wo es eine noch functionirende Zehe trägt. Seine Differenzirung hat im Stad. III bereits begonnen, es ist von ellipsoidischer Form, liegt in der Höhe des noch sehr dünnen distalen Tarsusstückes und ist von dem lateralen Rande desselben ziemlich weit entfernt. Der plantare Pol seiner Längsaxe sieht zugleich etwas distal- und lateralwärts; mit seinem plantaren Theil, dessen Perichondrium in einen kurzen Zug dichteren Gewebes sich fortsetzt, reicht das Metatarsale V ziemlich weit über den Plantarrand des Tarsale $^{1-5}$ hinaus. In den späteren Stadien gewinnt das Metatarsale V, an Umfang zunehmend, allmälig eine Ovoidform und rückt dem Tarsale $^{1-5}$ näher (Fig. 40, Stad. VI); wegen der stärkeren Entwicklung des letzteren wird es dabei zugleich entschiedener lateralwärts gelagert. Darauf beginnt (Stad. VI*a*) die Verschmelzung seines dorsalen etwas verjüngten Antheils mit der lateralen noch ziemlich schmalen Fläche des dem Tarsale ^{5} entsprechenden Antheils des Tarsale $^{1-5}$ (Fig. 41); dieser Vorgang, zu dem es bekanntlich bei Reptilien überhaupt noch nicht kommt, ist in Uebereinstimmung mit dem Verhalten, welches die übrigen an das distale Tarsusstück anstossenden Metatarsalien eingehen, tritt aber erheblich später ein (cf. Fig. 40). Den Culminationspunct seiner Ausbildung in Bezug auf Grösse und Gewebsdifferenzirung erreicht das Mt. V im Stad. VI*b*; es ist jetzt in ziemlich beträchtlicher Ausdehnung mit dem mittlerweile stark verdickten Tarsale ^{5} verschmolzen, die Stellung der Zellen lässt aber noch sehr deutlich seine medialen Grenzen erkennen (cf. Fig. 42, 43). Sodann verfällt das Mt. V der Atrophie; dieselbe ist schon im Stad. VII deutlich ausgesprochen (cf. Fig. 44, 45) und im Stad. VIII *a* ist vom Mt. V nichts mehr nachzuweisen, der Schwund desselben mithin ein vollständiger.

Wie das Metacarpale IV wird wahrscheinlich auch das Metatarsale V bei zahlreichen Vögeln agenetisch sein; beim Sperling habe ich es nicht nachweisen können. Voraussichtlich wird dasselbe bei den Peristeromorphen zu finden sein; sehr geeignete, aber schwierig zu beschaffende Untersuchungsobjecte wären die Psittacomorphen, sodann unter den Cypselomorphen Cypselus, unter den Dysporomorphen Tachypetes und unter den Sphenicomorphen Aptenodytes (cf. **Brandt** 13 S. 150, 216, Taf. IX Fig. 5, Taf. XII Fig. 7; **Kessler** 72 S. 502, 634, 640, 666, 670; **Huxley** 63 S. 458, 459, 461, 466; **Milne Edwards** 83 I S. 193, II S. 268, 271, 273; **Blanchard** 10 Tropidost. Taf. I). Besonders für die letztgenannten Formen, deren Metatarsus sich von seinem primitiven Verhalten noch sehr wenig entfernt hat, steht es mit Sicherheit zu erwarten, dass das Mt. V in frühen Stadien beträchtliche Dimensionen zeigen und nicht so frühzeitig wieder schwinden werde, wie das bei den Alectoropoden der Fall ist. Archaeopteryx hat aller Wahrscheinlichkeit nach (— dass ein definitives Urtheil nicht abgegeben werden kann, ist durch zufällige Umstände bedingt: die linke 1) hintere Extremität ist mit ihrer lateralen Fläche in die Platte eingebettet, und der rechten fehlt der hierfür in Betracht kommende Abschnitt —) das Mt. V nicht mehr besessen; das Fussskelet zeigt wenigstens in allen sonstigen Beziehungen, wie schon durch **Owen** (98 S. 41, 42) hervorgehoben worden, vollkommen das für die jetztlebenden Vögel typische Verhalten.

Compsognathus (119 S. 100 Taf. III) besitzt ein langes und schlankes, leicht gekrümmtes Mt. V, welches mit der lateralen Fläche des Tarsale $^{1\,2}$ articulirt und mit seiner distalen Spitze bis gegen das mittlere Drittheil des Mt. IV hinabreicht, zeigt also mehrfache Differenzen. Wie das Mt. V bei den Dinosauriern, die mit Compsognathus von **Huxley** (67 S. 35, 36) zu der zu den Vögeln hinüberleitenden Gruppe der Ornithosceliden 2) vereinigt worden sind, sich verhalten habe, scheint noch nicht hinreichend festgestellt zu sein; ich finde wenigstens, soweit ich die einschlägige Literatur habe vergleichen können, dass nur bei Scelidosaurus, dessen Metatarsalien und Zehen sehr bemerkens-

---

1) Durch einen Lapsus calami ist die linke Extremität (cf. 98 Taf. I Fig. 4) sowohl durch die Bezifferungsweise als im Text (S. 35, 40, 41) als rechte bezeichnet worden. Ich würde dieses Umstandes seiner Geringfügigkeit wegen nicht erst Erwähnung thun, wenn nicht **Selenka** die betreffende Extremität, deren 2. Zehe er in seiner Fig. 4 auf Taf. III (einer Copie der Archaeopteryxplatte) mit 4 Phalangen ausgestattet hat, gleichfalls als rechte definirt hätte (cf. d. Erkl. d. cit. Fig.).

2) Die morphologischen Beziehungen der Ornithosceliden zu den Vögeln fasst **Huxley** (S. 37) folgendermassen zusammen: »I know of no circumstance by which the structure of birds, as a class, differs from that of reptiles, which is not foreshadowed in the Ornithoscelida. Nor am I acquainted with any reptiles which can be compared in the strength and minuteness of their ornithic affinities with the Ornithoscelida«.

werthe Verhältnisse zeigen, ein rudimentäres, dem homologen Skeletstück der Crocodile ähnliches Mt. V von Owen (97 S. 17, Taf. X Fig. 1, 3) beobachtet worden ist: für speciellere Vergleichungen liegt mir sonach kein Material vor.

Die in den vorstehenden Blättern enthaltenen Mittheilungen lassen sich in zwei Kategorieen bringen: die eine Gruppe bilden diejenigen Fälle, in denen von der Descendenz-Theorie postulirte Verhältnisse sich nicht haben nachweisen lassen; in die andere Gruppe gehören die Fälle, wo die Untersuchung die Voraussetzungen der Theorie bestätigt gefunden hat. — Gelegentlich eines Versuches, die beiden Kategorieen gegen einander abzuwägen, wäre hinsichtlich der Fälle der ersten Kategorie einmal zu berücksichtigen, dass die nicht unerhebliche Zahl derselben bei der Untersuchung zahlreicherer Stadien voraussichtlich noch etwas werde verringert werden; sodann verdient der Umstand nicht ausser Acht gelassen zu werden, dass alle hierher gehörenden Fälle Verhältnisse betreffen, die, wie der Vergleich mit weniger differenzirten oder geologisch älteren Formen zeigt, schon sehr früh zur Fixirung gelangt sein müssen. In Bezug auf die Fälle der zweiten Kategorie wäre der ihre geringe Zahl erklärende Umstand geltend zu machen, dass durch die früheren häufigen Bearbeitungen des vorliegenden Thema's zahlreiche in diese Kategorie gehörende Thatsachen, — zu der speciellen Erwähnung der Mehrzahl derselben hat der Text keine Veranlassung gehabt —, bereits festgestellt worden waren und also nicht mehr in Betracht kommen konnten. Unter diesen von früheren Untersuchern gemachten Erfahrungen sind mehrfache prägnante Bestätigungen theoretischer Schlussfolgerungen enthalten und auch unter den jetzt hinzukommenden Thatsachen finden sich einzelne, welche nur dann verständlich sind, wenn man in ihnen genealogische[1]) Beziehungen sieht. — Auf die Entscheidung der Frage, welche der beiden Kategorieen die grössere Beweiskraft besitze, und wie die entgegenstehenden Thatsachen zu deuten seien, wird neben dem bereits Bemerkten eine Erwägung allgemeinerer Natur zu influiren haben. Erwägt man die Erfahrungen der Palaeontologie in Betreff des Auftretens und der Succession der organischen Formen, die früheren Zeitepochen angehört haben, — und eine Morphologie, die sich nur für die augenblicklich existirenden Formen zu interessiren weiss, spricht sich selbst das Urtheil —, so muss man entweder, falls man die Wandelbarkeit der organischen Form nicht anerkennen will, die Annahme äusserst häufig wiederholter Neuschöpfungen organischen Lebens machen, oder aber den Boden der Descendenz-Theorie betreten; andere Möglichkeiten, zwischen denen der Versuch, die palaeontologischen Thatsachen zu deuten, wählen könnte, liegen nicht vor. Meiner Ansicht nach wird für die der erstgenannten Kategorie angehörenden Thatsachen der Deutung beizutreten sein, die Fr. Müller (85 S. 75—81) für analoge Verhältnisse in einem anderen Untersuchungsgebiete gegeben hat. —

---

[1]) Allerdings hat ein thätiger Autor auf dem Gebiete der individuellen Entwicklungsgeschichte, His (59 S. 34—37), gelegentlich eines Versuches, »die Ansprüche der individuellen Entwicklungsgeschichte gegenüber der überwallenden Macht Darwin'scher Anschauungen zu wahren«, versichert, die sämmtlichen Thatsachen der Entwicklungsgeschichte, auf welche die Descendenz-Theorie sich bezieht, bedürften nicht erst der Erklärung »auf dem weiten Umweg genealogischer Verwandschaft«; auf eine Kritik dieser Ansicht kann indess verzichtet werden, da es nicht wahrscheinlich ist, dass eine Anschauungsweise, die, um ein concretes Beispiel zu wählen, in dem Verhalten der Chorda der höheren Wirbelthiere keine genealogischen Beziehungen zu erblicken vermag, von irgend einer Seite her Zustimmung erfahren werde. Anderen Falls wäre gegen die Berechtigung dieser Richtung um so nachdrücklicher zu protestiren, als dieselbe gerade die des Interesses werthesten Thatsachen der individuellen Entwicklungsgeschichte, nach denen mit

Als Resultat der vorliegenden Untersuchung möchte ich den Nachweis angesehen wissen, dass auch für einen so engbegrenzten concreten Stoff, wie der in Rede stehende es ist, die Descendenz-Theorie von den an eine Theorie zu stellenden Anforderungen wenigstens der Bedingung Genüge leiste, kein absolut steriles Untersuchungsprincip zu sein. —

Dorpat, den 22. Mai 1872.

Bewusstsein zu suchen, vom Standpunct der Descendenz-Theorie aus sich von selbst versteht, den Zufälligkeiten der gelegentlichen Entdeckung und der Wahrscheinlichkeit überlässt, nach den Principien der mechanischen Entwicklungsgeschichte und den von ihr in Aussicht gestellten Wachsthumsformeln entweder gar nicht oder nicht richtig gedeutet zu werden. — Zur Characterisirung der von His erhobenen Einsprache verdient der Umstand angeführt zu werden, dass His (cf. S. 35) die Erklärung abgiebt, er gehe an den Versuch, die Ansprüche der individuellen Entwicklungsgeschichte gegen Darwin'sche Anschauungen zu wahren, nicht ohne bedeutendes inneres Widerstreben, da er gerade in den Hauptpuncten für die Beurtheilung dieser letzteren sich incompetent fühle. — Im weitern Verlauf der Darstellung (S. 37) wird eingeräumt, dass »allerdings alle typischen und entwicklungsgeschichtlichen Uebereinstimmungen als ganz selbstverständliche Consequenzen« der Descendenz-Theorie erscheinen. Gerade deshalb aber wird auch His nicht erwarten können, dass der nächstfolgende Passus: »Aus den typischen und entwicklungsgeschichtlichen Uebereinstimmungen aber auf die Blutsverwandschaft zurückzuschliessen, möchte von dem Augenblicke an nicht mehr gestattet sein, da sich Aussicht eröffnet, die verschiedenen Entwicklungsrichtungen als erschöpfende Verwirklichungen eines mathematisch bestimmten Kreises möglicher Wachsthumsweisen zu erkennen«, die Reihen der Anhänger der Descendenz-Theorie erheblich lichten werde.

Citirte Literatur.

1. E. d'Alton, die Skelete der straussartigen Vögel. Bonn 1827.
2. S. Arloing, Contribution à l'étude de l'organisation du pied chez le cheval. Ann. d. sc. nat. V. sér. Zool. T. VIII. Paris 1867.
3. K. E. v. Baer, Ueber das äussere und innere Skelet. Meck. Arch. Jhrgg. 1826. Lpzg.
4. ——, Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion Thl. I, II. Königsbg. 1828; 1837.
5. H. Bendz, Icones anat. vulgarium danicorum mammalium domesticorum. Fasc. osteol. Hafniae 1850.

5a. ——, Explicatio iconum etc. Hafniae 1850.

6. ——, Haandbog i den physiologiske Anat. af de almindeligste Danske Huuspattedyr. Förste Deel. Kjöbenhavn 1853.
7. C. Bergmann, Einige Beobachtungen und Reflexionen über die Skeletsysteme der Wirbelthiere, deren Begrenzung und Plan. Göttinger Studien. 1845. I. Abthlg. Göttingen.
8. ——, Zur Kenntniss des Tarsus der Wiederkäuer und paarzehigen Pachydermen. Rectorats-Programm. Rostock 1859.
9. H. de Blainville, Ostéographie ou description iconograph. comp. du squelette et du système dentaire des cinq classes d'animaux vertébrés récents et fossiles. Paris 1839—1854.
10. E. Blanchard, L'organisation du règne animal. Oiseaux. Paris.
11. ——, De la détermination de quelques oiseaux fossiles et des caractères ostéol. des Gallinacés. Ann. d. sc. nat. IV sér. Zool. T. VII. Paris 1857.
12. L. Bojanus, De uro nostrate ejusque sceleto commentatio. Nova Acta Acad. Leop.-Car. Nat. Cur. T. XIII, 2. Bonnae 1827.
13. J. Brandt, Beiträge zur Kenntniss der Naturgesch der Vögel mit bes. Beziehung auf Skeletbau und vergl. Zoologie. Mém. de l'Acad. Imp. d. sc. de St.-Pétersbourg. Sér. VI. Sc. nat. T. III. St.-Pétersb. 1840.
14. ——, Beiträge zur Naturgesch. des Elens in Bezug auf seine morphologischen und palaeontologischen Verhältnisse . . . Ibid. Sér. VII. T. XVI. No. 5. St.-Pétersb. 1870.
15. C. Bruch, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Knochensystems. Neue Denkschr. d. allg. Schweizer. Gesellsch. für d. ges. Naturw. Bd. XI Zürich 1852 (Sep.).
16. ——, Vergl. Osteol. d. Rheinlachses . . . nebst einleitenden Bemerkungen über die skeletbildenden Gewebe der Wirbelthiere. Mainz 1861.
17. ——, Unters. über d. Entwicklung d. Gewebe bei den warmblütigen Thieren. Frankf. a. M. 1863—67.
18. C. Brühl, Kleine Beiträge zur Anatomie der Haussäugethiere. Wien 1850.
19. H. Burmeister, Anales del Museo Público de Buenos Aires. T. I. Buenos Aires 1864—69.
20. J. Carus und C. Gerstäcker, Handbuch der Zool. Bd. I, 1. Wirbelthiere von Carus. Lpzg. 1868.

21. A. Chauveau, Traité d'anat. comp. des anim. domest. 2e éd. rev. et augm. av la collabor. de S. Arloing. Paris 1870.

22. J. de Christol, Sur l'anat. comp. des solipèdes vivants et fossiles. Compt. rend. hebd. de l'Acad. d. sc. T. 35. Paris 1852.

23. T. Cobbold, Ruminantia. Todd, The cyclop. of anat. and physiol. Vol. V. London 1859.

24. R. Cunningham, Notes on some points in the osteol. of Rhea amer. and Rhea Darwinii. Proc. of the scientific meetings of the Zool. Soc. of London for the year 1871. P. 1. London.

25. G. Cuvier, Recherches sur les ossemens fossiles. 4e éd. T. V. Atl. T. I. Paris 1835—36.

26 ——, Leçons d'anat. comparée. 2e éd. T. I. Paris 1835.

27. A. Dugès, Rech. sur l'ostéol. et la myol. des batraciens à leurs différens ages. Mém. prés. par div. sav. à l'Acad. d. sc. Sc. math. et phys. T. VI. Paris 1835.

28. T. Eyton, Osteologia avium, or a sketch of the osteol. of birds. London 1867.

29. H. Falconer and P. Cautley, On some fossil remains of Anoplotherium and Giraffe, from the Sewalik Hills. (Proc. Geol. Soc. 1843). Palaeontological memoirs and notes of the late H. Falconer, compiled and edited by Ch. Murchison. Vol. I. Lond. 1868.

30. ——, Fauna antiqua sivalensis, being the fossil zoology of the Sewalik Hills, in the North of India. Illustr. P. IX. London 1849.

31. W. Flower, An introduction to the osteol. of the mammalia. London 1870.

32. ——, On the composition of the carpus of the dog. The Journ. of Anat. and Physiol. conduct. by G. Humphry and W. Turner. Sec. ser. No. IX. Nov. 1871. Cambridge and Lond.

33. Fougeroux de Bondaroy, Mém. sur le changement qu' éprouve l'os de la partie des pieds de certains quadrupèdes, appelé le canon. Mèm. de math. et de phys. de l'Acad. d. sc. 1772. II. Paris 1776.

34. O. Fraas, Die Fauna von Steinheim. Mit Rücksicht auf die miocenen Säugethier- und Vogelreste des Steinheimer Beckens. Stuttg. 1870.

35. L. Franck, Kleinere Mittheilungen aus der Anat. Thierärztl. Mitth., red. v C. Hahn. Heft 16. München 1869.

36. ——, Handbuch der Anatomie der Hausthiere. Stuttg. 1871.

37. M. Fürbringer, Die Knochen und Muskeln der Extrem. bei den schlangenähnl. Sauriern. Lpzg. 1870.

38. M. Fürstenberg und O. Rohde, Die Rindviehzucht etc. Bd. I. Die Anat. etc. v Fürstenberg Liefrg. 1. Berlin 1868.

39. A. Gaudry, Animaux fossiles et géologie de l'Attique d'après les recherches faites en 1855—56 et en 1860 sous les auspices de l'Acad. d. sc. 1e partie. An. foss. av. 60 pl. Paris 1862—66.

40. C. Gegenbaur, Unters. zur vergl. Anat. der Wirbelsäule bei Amphibien und Reptilien. Lpzg. 1862.

41. ——, Vergl.-anat. Bemerkungen über das Fussskelet der Vögel. Reich. Arch. Jhrgg. 1863. Lpzg.

42. ——, Ueber die Bildung des Knochengewebes. Jenaische Zeitschr. für Med. u. Naturw. Bd. I u. III. Lpzg. 1864 u. 67.

43. ——, Untersuchungen zur vergl. Anatomie d. Wirbelthiere. Heft I. Carpus und Tarsus. Lpzg. 1864.

44. C. Gegenbaur, Unters. etc. Heft II. 1. Schultergürtel der Wirbelthiere. 2. Brustflosse der Fische. Lpzg. 1865.
45. —— Ueber primäre und secundäre Knochenbildung mit besonderer Beziehung auf die Lehre vom Primordialcranium. Jen. Ztschr. Bd. III. Lpzg 1867.
46. ——, Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule des Lepidosteus, mit vergl.-anat. Bemerkungen. Ibid.
47. ——, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 2. umgearbeitete Aufl. Lpzg. 1870.
48. ——, Ueber das Gliedmassenskelet der Enaliosaurier. Jen. Ztschr. Bd. V. Lpzg. 1870.
49. ——, Ueber das Skelet der Gliedmassen der Wirbelthiere im Allgemeinen und der Hintergliedmassen der Selachier insbesondere. Ibid.
50. ——, Beiträge zur Kenntniss des Beckens der Vögel. Eine vergl.-anat. Unters. Ibid. Bd. VI. Lpzg. 1871.
51. ——, Ueber das Archipterygium. Ibid. Bd. VII, 2. Lpzg. 1872.
52. P. Gervais, Mém. sur la comparaison des membres chez les anim. vertébrés. Ann. d. sc. nat. III. sér. Zool. T. XX. Paris 1853.
53. ——, Zoologie et Paleont. françaises. 2e éd. accomp. d'un atl. de 84 pl. Paris 1859.
54. J. W. v. Goethe, Vergleichende Knochenlehre (1824). Sammtl. Werke, Ausg. in sechs Bden. Bd. VI. Stuttg. 1860.
55. A. Günther, Ceratodus und seine Stelle im System (Zusammenstellg. v. Troschel). Troschel's Arch. f. Naturgesch. Jhrgg. 37. Bd. I. Berlin 1871.
56. E. Gurlt, Handbuch d. vergl. Anat. d. Haussaugeth. 4. verb. Aufl. Berlin 1860.
57. P. Harting, Leerboek van de grondbeginselen der dierkunde in haren geheelen omvang. Deel II, afdeeling 2, stuk 1. Tiel 1866.
58. R. Hensel, Ueber Hipparion mediterraneum. Abhandl. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. Aus d. J. 1860. Berlin 1861.
59. W. His, Ueber die Bedeutung der Entwicklungsgesch. für die Auffassung der organischen Natur. Rectoratsrede. Lpzg. 1870.
60. J. van der Hoeven, Philosophia zoologica. Lugd. Batav. 1864.
61. G. Humphry, Observations on the limbs of vertebrate animals; the plan of their construction, their homology and the comparison of the fore and hind limbs. Cambridge and London 1860.
62. Th. Huxley, An elementary atlas of compar. osteol. London 1864.
63. ——, On the classification of birds . . . Proc. Zool. Soc. 1867. London.
64. ——, On the classif. and distribution of the Alectoromorphae and Heteromorphae. Ibid. 1868.
65. ——, On the animals which are most nearly intermediate between birds and reptiles. The annals and magaz. of nat. hist. Ser. IV. Vol. 2. London 1868.
66. ——, Further evidence of the affinity between the Dinosaurian reptiles and birds. The quart. journ. of the Geol. Soc. Vol. XXVI. 1. London 1870.
67. ——, On the classification of the Dinosauria . . . Ibid.
67a. ——, A manual of the anatomy of vertebrated animals. London 1871.
68. N. Joly et A. Lavocat, Études d'anat. philosophique sur la main et le pied de

l'homme et sur les extrémités des mammifères, ramenées au type pentadactyle. Toulouse 1853.

69. ——, Note sur le système digital des équidés, improprement appelés monodactyles. Compt. rend. T. 41. Paris 1855.

70. J. Kaup, Die zwei urweltlichen pferdeartigen Thiere, welche etc. Nova Acta Acad. Leop.-Car. T. XVII. 1. Vratisl. et Bonnae 1835.

71. ——, Beiträge zur näheren Kenntniss der urweltlichen Säugethiere. Heft V. Darmst. u. Lpzg. 1861.

72. Kessler, Osteologie der Vogelfüsse. Bull. de la Soc. Imp. d. Nat. d. Moscou. Année 1841. Moscou 1841.

73. J. Kinberg, Undersökningar rörande djurens historia. Öfversigt af K. Vetensk.-Akad. Förhandlingar, 1869. Stockholm 1870.

74. A. Lavocat, Observations sur les rayons osseux supérieurs des membres thoraciques dans quelques mammifères. Compt. rend. T. 35. Paris 1852.

75. ——, Nouvelle détermination d'une pièce métatarsienne représentant le pouce chez les ruminants. Ibid. T. 41. Paris 1855.

76. ——, Constitution des doigts du cheval. Journ. d. vétér. du Midi. Ser. IV. T. 1. Toulouse 1863.

77. J. Leidy, The extinct mammalian fauna of Dakota and Nebraska . . . Journ. of the Ac. of Nat. Sc. of Philadelphia Vol. VII. Sec. ser. Philadelphia 1869.

78. A. Leisering, Atlas der Anat. des Pferdes und der übrigen Hausthiere. Mit erläuterndem Texte. Lpzg. 1861.

79. F. Leyh, Handb. d. Anat. d. Hausthiere. Mit bes. Berücksicht. d. Pferdes. Stuttg. 1850. 2. verm. u. verb. Aufl. 1859.

80. J. Meckel, Ueber den in dem Skelet ausgesprochenen Uebergang von den Wiederkäuern durch die Kameele zu den Einhufern. Meck. Arch Bd. VIII. Halle 1823.

81. ——, System der vergl. Anatomie. Thl. II, 2. Halle 1825.

82. A. Milne Edwards, Rech. anat., zool. et paléont. sur la famille des chevrotains. Ann. d. sc. nat. V. sér. Zool. T. II. Paris 1864.

83. ——, Rech. anat. et paléont. pour servir à l'histoire des oiseaux fossiles de la France. T. I. Atl. T. I. Paris 1867—68. T. II. Atl. T. II. Paris 1867—.

84. F. Müller, Lehrb. der Anat. d. Pferdes . . . Wien 1853.

84a. ——, Lehrb. d. Anat. d. Haussäugethiere mit bes. Berücksicht. d. Pferdes. 2. verb. Aufl. Wien 1871.

85. Fr. Müller, Für Darwin. Lpzg. 1864.

86. H. Müller, Ueber die Entwicklung der Knochensubstanz . . . Ztschr. f. w. Zool. Bd. IX. Lpzg. 1858.

87. ——, Ueber Verknöcherung. Würzburger naturw. Ztschr. Bd. IV, 1. Würzburg 1863.

88. Ch. Murchison, A description of the plates in the fauna antiqua sivalensis. Palaeont. mem. and not. Vol. I. London 1868.

89. A. and E. Newton, On the osteology of the Solitaire or Didine bird of the island of Rodriguez, Pezophaps solitaria. Philos. Transact. of the R. Soc. of London. Vol. 159. London 1870.

90. R. Owen, Aves. Todd, The cyclop. of anat. and physiol. Vol. I. London 1835—36.

91. R. Owen, On the anatomy of the Southern Apteryx (Apteryx australis Shaw.) Transact. of the Zool. Soc. of London. Vol. II. London 1841.

92. ——, Lectures on the comp. anat. and physiol. of the vertebr. animals. P. I. Lond. 1846.

93. ——, A history of British fossil mammals and birds. London 1846.

94. ——, On the nature of limbs. London 1849.

95. ——, The principal forms of the skeleton and the teeth, as the basis for a system of nat. hist. and comp. anat. London 1856.

96. ——, Monograph of the fossil reptilia of the Cretaceous and Purbeck strata. Palaeontographical Soc. Vol. XII. London 1860.

97. ——, Monograph on the British fossil reptilia from the Oolitic formations. P. II. Ibid. Vol. XIV. London 1862.

98. ——, On the Archaeopteryx of von Meyer, with a description of the fossil remains of a long-tailed species, from the lithographic stone of Solenhofen. Philos. Transact. Vol. 153. London 1864.

99. ——, On the anatomy of vertebrates. Vol. II. London 1866.

100. ——, Monograph of the fossil reptilia of the Liassic formations. P. II. Pal. Soc. Vol. XXIII. London 1870.

101. ——, Description of the cavern of Bruniquel and its organic contents. P. II. Equine remains. Philos. Transact. Vol. 159. London 1870.

101a. ——, On fossil remains of Equines from Central and South America referable to Eq. conversidens Ow., Eq. tau Ow., and Eq. arcidens Ow. Ibid.

102. Ch. Pander u. E. d'Alton, Die Skelete der Wiederkäuer. Bonn 1823.

103. W. Parker, On the osteol. of gallinaceous birds and Tinamous. Transact. Zool. Soc. Vol. V, 3. London 1864.

104. ——, On the osteol. of the Kagu (Rhinochetus jubatus). Ibid. Vol. VI, 8. London 1869.

105. F. Perosino, Manuale di anat. descritt. veter. P. 1. Osteol. Torino 1869.

106. A. Pomel, Nouvelles observations sur la structure des pieds dans les animaux de la famille des Anoplotherium, et dans le genre Hyaemoschus. Compt. rend. T. 33. Paris 1851.

107. J. Richardson, Vertebrals, including fossil mammals. The zool. of the voyage of H. M. S. Herald, 1845—51, ed. by E. Forbes. London 1854.

108. Rigot, Traité complet de l'anat. des animaux domest. 1e partie. Ostéol. Paris 1841.

109. A. Rollett, Von den Bindesubstanzen. Handb. d. Lehre v. d. Geweben d. Menschen u. d. Thiere, hrsgeg. v. S. Stricker. 1. Lief. Lpzg. 1868.

110. Rüdinger, Die Muskeln der vorderen Extremitäten der Reptilien und Vögel mit besonderer Rücksicht auf die analogen und homologen Muskeln bei den Säugethieren und dem Menschen. Haarlem 1868.

111. L. Rütimeyer, Beiträge zur Kenntniss der fossilen Pferde und zur vergl. Odontographie der Hufthiere überhaupt. Verh. d. naturf. Gesellsch. in Basel. Thl. III, Heft 4. Basel 1863.

112. ——, Beiträge zu einer paläontologischen Geschichte der Wiederkäuer, zunächst an Linné's Genus Bos. Ibid. Thl. IV, Heft 2. Basel 1865.

113. ——, Versuch einer natürlichen Geschichte des Rindes in seinen Beziehungen zu den Wiederkäuern im Allgemeinen. Eine anat.-paläontologische Monographie von Linné's Genus Bos. Abthlg. I u. II. Neue Denkschr.

d. allg. Schweiz. Gesellsch. f. d. ges. Naturw. Bd. XXII u. XXIII. Zürich 1867, 68 (Sep.).

114. ——, Referate. Arch. f. Anthropol., red. v. A. Ecker u. L. Lindenschmit. Bd. III, Heft 3 u. 4. Braunschw. 1869.

115. E. Schmidt, Handbuch der vergl. Anatomie. 6. völlig umgearb. Aufl. Jena 1872.

116. E. Selenka, Vögel. Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Bd. VI, Abthlg. 4. Lpzg. u. Heidelbg 1869—.

117. C. Sundevall, Om foglarnes vingar. K. Vetensk.-Akad. Handlingar för år 1843. Stockholm 1844.

118. W. Vrolik, Aanteekeningen over de ontleedkunde van den carpus der Zoogdieren. Leiden 1866.

119. A. Wagner, Neue Beiträge zur Kenntniss der urweltlichen Fauna des lithogr. Schiefers. 2. Abthlg. Abh. d. math.-phys. Cl. d. bayerischen Akad. d. Wiss. Bd. IX, 1. München 1861.

120. M. Weber, Die Skelete der Haussäugethiere und Hausvögel. 2. Ausg. Bonn 1850.

121. J. Wolff, Zur Ossification des hyalinen Knorpels. St. Petersb. med. Ztschr. Bd. 14. St. Petersb. 1868.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. V (Fig. 1—14), VI (Fig. 15—28), VII (Fig. 29—45).

Mit Ausnahme der Figg. 36 u. 37 ($\frac{10}{1}$) sind alle übrigen Figg., welche Schnitte oder Theile von solchen darstellen, um die relativen Grössenverhältnisse sogleich hervortreten zu lassen, bei einer und derselben Vergrösserung ($\frac{2,5}{1}$) mittelst einer Oberhäuser'schen Camera lucida entworfen worden. Da letzterer Umstand die absoluten Dimensionen, sofern dieselben Interesse haben sollten, leicht finden lässt, konnte im Text von der Angabe von Maassen abgesehen werden. Die Vergrösserung wurde möglichst gering gewählt, da es auf histiologisches Detail nicht ankam. —

Häufiger wiederkehrende Bezeichnungen:

R. Radius.
U. Ulna.
r. Radiale.
i-u. Intermedio-Ulnare.
$c^{1.\,2.}$ Carpale $^{1.\,2.}$
$c^{3.\,4.}$ Carpale $^{3.\,4.}$
mc. I—V. Metacarpale I—V.
ph. 1. Grundphalanx.
T. Tibia.
F. Fibula.

ta. Talus.
ca. Calcaneus.
nv. Naviculare.
t-i-f-c. Der proximale, dem Tibiale, Intermedium, Fibulare und Centrale homologe Tarsaltheil der Vögel.
cn. I—III. Cuneiforme I—III.
cb. Cuboideum.
$t^{1-5.}$ Tarsale $^{1-5.}$
mt. II—V. Metatarsale II—V.

Fig. 1 *a*, *b*, *c*. Drei rechte Trapezien des Elens, das eine derselben auch in der Volaransicht gezeichnet, um die Gelenkfläche *s* für's Scaphoideum zu zeigen; *a.* und *c.* besitzen diese Gelenkfläche nicht. *d.* Gelenkfläche fürs Trapezoideo-Capitatum.

Fig. 2. Querschnitt durch den distalen Theil des Carpus eines Elenembryo.

tm. Trapezium.

td. Trapezoides mit

cp. dem Capitatum bereits zum Trapezoideo-Capitatum zusammengeflossen. Die ursprüngliche Isolirtheit der beiden Stücke aus der Stellung der Zellen noch deutlich erkennbar.

Die Figg. 3—17 beziehen sich auf Schafembryonen.

Fig. 3. Querschnitt aus dem oberen Drittheil des Metacarpus, Stad. VIII.

Fig. 4. Querschn. aus dem distalen Theil des Unterschenkels, Stad. I.

Fig. 5. Desgl. Stad. VI.

Fig. 6. Querschn. aus dem mittleren Drittheil des Unterschenkels, Stad. XIII. Die Gefässe in den Havers'schen Kanälen der perichondralen Knochenrinde der Tibia sind fortgelassen.

F'. Lig. fibulare.

Fig. 7. Querschn. durch den Tarsus in der Höhe der proximalen Hälfte der Cuneiformien, Stad. VI.

Fig. 8. Desgl. Stad. VIII.

Fig. 9. Flächenschnitt durch den Tarsus, Stad. X.

Fig. 10. Querschn. durch die Cuneiformien, Stad. XIII.

p. l'. Sehne des Peron. long.

Fig. 11. Querschn. aus der proximalen Hälfte des Metatarsus, Stad. III.

Fig. 12. Querschn. aus dem mittleren Theil des Metatarsus, Stad. V.

Fig. 13. Desgl. Stad. VIII.

Fig. 14. Querschn. durch den Metatarsus ziemlich dicht unter seiner proximalen Endfläche, Stad. IX.

Fig. 15. Desgl. Stad. X.

s. Sesambein.

Fig. 16. Querschn. aus dem mittleren Drittheil des Metatarsus, Stad. X. Die Figg. 15 und 16 gehören zu einer Schnittserie.

mt. II'. Atrophirender Perichondriumsstrang des geschwundenen Metatarsale II.

Fig. 17 Flächenschnitt durch den Metatarsus, Stad. X (zwei Schnitte combinirt). Die Figg. 9 und 17 gehören zu einer Serie (zweiter Embryo Extremitäten etwas stärker).

p. l'. Wie in Fig. 10.

Die Figg. 18—25 beziehen sich auf Pferdeembryonen.

Fig. 18. Querschn. aus dem distalen Drittheil des Unterarms, Stad. I.

Fig. 19 Desgl. Stad. II.

Fig. 20. Querschnitt aus der proximalen Hälfte des Metacarpus, Stad. I.

Fig. 21. Querschn. aus dem distalen Drittheil des Metacarpus, Stad. II.

Fig. 22. Querschn. durch den Metacarpus hart über der distalen Endfläche des Metacarpale III, Stad. II.

glb. Anlage der Sehnenbeine des Inteross. med.

Fig. 23. Querschnitt aus dem distalen Drittheil des Unterschenkels, Stad. I.

Fig. 24. Desgl. Stad. II.

Fig. 25. Querschn. durch den proximalen Theil des Tarsus, Stad. II.

Die Figg. 26—35 und 40—45 beziehen sich auf Hühnerembryonen.

Fig. 26. Querschn. aus dem proximalen Theil des Metacarpus, Stad. III.

Fig. 27. Flächenschnitt der Hand, Stad. V. Das Metacarpale IV in der Grösse gezeichnet, welche es auf dem volarwärts nächstfolgenden Schnitte besitzt. Die Mittelstücke der dorsalwärts gekrümmten Metacarpalien II u. III liegen in den vorhergehenden Schnitten.

Fig. 28. Dorso-volarschnitt durch die Hand, Stad. VII.

Figg. 29—32. Zu einer Serie gehörende Flächenschnitte der Hand, Stad. VII. Zwischen 29 und 30 liegen 6, zwischen 30 u. 31 gleichfalls 6 und zwischen 31 und 32 4 Schnitte. Die eigenthümliche Haltung, welche die Hand um diese Zeit zeigt, verhindert die Herstellung genauer Flächenschnitte; die radiale Hälfte der Hand (die Abtragung hat natürlich vom Handrücken aus zu geschehen) kommt früher unter's Messer. Im Schnitt der Fig. 32 ist die Schnittrichtung absichtlich ziemlich stark volarwärts geneigt (cf. Fig. 39 a, Volaransicht).

Figg. 33—35. Zu einer Serie gehörende Querschnitte durch die Hand, Stad. VII. Zwischen 33 und 34 liegen 5 und zwischen 34 und 35 6 Schnitte.

fl. d. l'. Sehne des Flex. digg. long. prof.

Figg. 36—38. Zu einer Serie gehörende, mit den vorhergehenden correspondirende Querschnitte durch die Hand, Stad. IX.

fl. d. l'. Wie in Fig. 34.

Fig. 39. Drei rechte Carpo-Metacarpi von ein- bis mehrmonatlichen Hühnern (Altersbestimmung approximativ); das Stad. *a* auch in der Dorsalansicht gezeichnet.

Fig. 40. Flächenschnitt durch den Tarsus und Metatarsus, Stad. VI.

Fig. 41. Desgl. Stad. VI a.

Fig. 42. Flächenschn. durch den Tarsus u. Metatarsus, Stad. VI b.

Fig. 43. Querschn. durch die Tarsalien, Stad. VI b.

Fig. 44. Flächenschn. durch den Tarsus u. Metatarsus, Stad. VII.

Fig. 45. Querschn. durch die Tarsalien, Stad. VII.

Nachtrag.

In der seit dem Abschlusse des Manuscriptes verflossenen Zeit habe ich Gelegenheit gehabt, von einigen weiteren, auf mein Thema sich beziehenden Verhältnissen Kenntniss zu nehmen; hierüber soll in Nachstehendem Bericht erstattet werden.

Zu dem über das Vorkommen des Trapezium bei Wiederkäuern Bemerkten ist hinzuzufügen, dass der Damhirsch, wie ich bei der Untersuchung einiger in frischem Zustande erhaltenen Extremitäten gefunden habe, constant ein annähernd kugeliges oder ellipsoidisches, etwa 7—8 mm. im Durchmesser haltendes Trapezium besitzt, das mit der Volarfläche des in eine deutliche distale, abgerundete Spitze sich ausziehenden Trapezoid-Antheiles vom Trapezoideo-Capitatum articulirt und das Scaphoideum nicht mehr erreicht; der distale Pol des Trapezium liegt in der Nähe des proximalen Endes vom proximalen Rudiment (— beim Damhirsch finden sich constant noch kleine distale Rudimente des Metacarpale II und V —) des Metacarpale II. An isolirten Trapezien lässt sich nach den früher hierfür angeführten Kriterien unschwer ihre Hingehörigkeit bestimmen. — Das im Text über das Trapezium des Rehes Gesagte wird möglicherweise zu modificiren sein; zur Zeit ist das mir vorliegende Material noch nicht ausreichend, definitive Angaben hierüber zu gestatten. Vom Edelhirsch habe ich mir frische Extremitäten noch nicht verschaffen können.

In Bezug auf den die Entwicklung des Extremitäten-Skeletes der Vögel behandelnden Abschnitt ist nachzutragen, dass ich durch die Güte des Herrn Prof. Gegenbaur mit einer jüngst erschienenen Abhandlung von E. Morse (On the tarsus and carpus of birds. Annals of the Lyc. Nat. Hist., New-York, Vol. X, 1872. Salem 1872 [Sep.]) bekannt geworden bin, aus der hervorgeht, dass der genannte Autor, dessen Untersuchungen auf neun Coracomorphen und einen Charadriomorphen sich erstrecken, das Carpale $^{1.2.}$ und das Carpale $^{3.4.}$ gleichfalls beobachtet und in ihrem Verhalten kurz skizzirt hat (cf. S. 8—10 und von den Figuren bes. Fig. 33, 37, 39, 40 und 49). Mit der Deutung, welche die betreffenden Stücke bei Morse erfahren, kann ich mich nicht ganz einverstanden erklären: das Carpale $^{3.4.}$ konnte Morse allerdings nur als Carpale $^{4.}$ (M. ist Anhänger der Zählungsweise nach Owen) definiren, da er bei seinen Untersuchungsobjecten das Metacarpale IV (V nach Owen) nicht beobachtet hat und somit keine Veranlassung hatte, das fragliche Stück als connascentes Gebilde aufzufassen; für das Carpale $^{1.2.}$ indess hätte es nahe gelegen, dasselbe als Carpale $^{2.3.}$ zu deuten, da sich in den Abbildungen (cf. bes. Fig. 40 und 41) die im Text nicht weiter berührten Beziehungen desselben zum Metacarpale II (nach Ow.) richtig dargestellt finden; Morse spricht dasselbe einfach als Carpale $^{3.}$ an. (Allerdings heisst es zunächst (cf. S. 9): »Whether this represents the intermedium and centrale, connate, or the third carpale, I am not able to say«, an späteren Stellen und in der Bezifferungsweise der Figuren findet sich indess die Deutung als Carpale $^{3.}$ festgehalten.) Die sonstigen, den Carpus betreffenden Angaben illustriren eigentlich nur die Unzulänglichkeit der befolgten Untersuchungsmethode (die frischen Extremitäten sind (cf. S. 7 und 21) ohne Weiteres unter's Mikroskop gebracht worden; Schnitte wurden nicht untersucht). So wird (S. 9) die Ansicht vertreten, bei einigen Vögeln verschmelze das Intermedio-Ulnare (Ulnare nach Morse) mit der Ulna; an einer anderen Stelle (S. 9) heisst es: »In the kingbird an accessory carpal is seen near the third carpale, from which it seems to have separated« (cf. Fig. 47; in der Erkl. ders. auf S. 21 wird das fragliche Stück vermuthungsweise als Centrale angesehen). »As I found it in no other specimen, it may have been the result of accidental pressure in examination«. Die Fig. 34 ist nicht zutreffend interpretirt worden; die Fig. 48, von einem »under pressure« (cf. d. Erkl. auf S. 21) untersuchten Objecte herstammend, ist mir unverständlich geblieben. — Hinsichtlich der Mittheilungen, die Morse über die Entwicklung des Tarsus macht, wird es genügen, seine Untersuchungsresultate resp. Deutungen einfach anzuführen. Das proximale Tarsusstück entspricht nach Morse dem Tibiale und Fibulare, die isolirt auftreten sollen (cf. S. 7); ein verknöchernder, als vinculum dienender Bindegewebsstrang gilt als Intermedium (cf. S. 44—46); die Tarsalienplatte wird als Centrale (cf. S. 7 und 15) gedeutet. Das Metatarsale V ist nicht beobachtet worden.

Schliesslich habe ich anzuführen, dass es mir durch die Liberalität des Herrn Prof. K. Zittel, dem ich hierfür zu grossem Danke verpflichtet bin, vergönnt gewesen ist, die Compsognathus-Platte näher in Augenschein zu nehmen. Hierbei hat sich herausgestellt, dass Compsognathus, wie ein von Wagner übersehener Eindruck erkennen lässt, ein Radiale besessen hat, welches mit dem homologen Skeletstück der Vögel schon sehr nahe übereinstimmt. Der betreffende, ziemlich oberflächliche Eindruck, der zwischen den Eindrücken der distalen Hälften der beiden linken Unterarmknochen liegt, ist annähernd rhombisch umgrenzt (von den Winkeln, unter welchen die gegen das Centrum schwach convexen Seiten des Rhombus auf einander stossen, sind die beiden spitzen und der eine stumpfe Winkel abgerundet); durch die im Uebrigen ziemlich plane Einsenkung verläuft in nahezu diagonaler Richtung (die beiden stumpfen Winkel mit einander verbindend) eine allmälig seichter werdende Furche. Hiernach wäre das dislocirte, der linken Seite angehörige Radiale mit seiner dorsal- und radialwärts sehenden Fläche der Hauptplatte zugewendet gewesen. Von sonstigen, als Elemente des linken Carpus anzusehenden Stücken lässt sich auf der Hauptplatte nichts nachweisen; der Gegenplatte fehlt leider der die vorderen Extremitäten gedeckt habende Abschnitt. Für den rechten Carpus lässt sich nach den Lagerungsverhältnissen, welche die Unterarmknochen der rechten Seite zum rechten Metacarpale II u. III zeigen, die Vermuthung begründen, dass die Stücke desselben noch in der Tiefe der Hauptplatte verborgen seien. (Die soeben namhaft gemachten Stücke des rechten Metacarpus, die Wagner (cf. 119 S. 98) für Phalangen angesehen hat, sind in ihren proximalen Hälften erhalten und nur in geringem Grade gegen einander dislocirt: das Metacarpale III, dessen kleine Markhöhle sehr deutlich ist, liegt dem II unmittelbar an; ihre Basen sind von einer quer über sie hinweggelagerten vorletzten Phalanx überdeckt.) In Bezug auf die Deutung der Reste des Fingerskeletes lässt sich mit Sicherheit nur die Aussage thun, dass keine der vorhandenen Phalangen zum gracilen Metacarpale III gehört haben könne; für einen Versuch, die einzelnen Phalangen definitiv einzurangiren, liegen zu wenig Anhaltspuncte vor. Ein elliptisches, mit einer leicht sattelförmigen Fläche aus dem Gestein hervorsehendes Knöchelchen, welches in der Nähe des Dorsalrandes der dem linken Metacarpale II benachbarten (noch einen Theil ihrer Hornscheide aufweisenden) Endphalanx gelegen ist, ist vermuthlich der proximale Theil einer senkrecht eingebetteten Phalanx. Als Phalanx wird möglicherweise auch das früher als distaler Theil des linken Radius gedeutete Stück anzusehen sein, wenigstens ist es mir neuerdings, nach Besichtigung der Platte, wieder zweifelhaft geworden, ob die (für die Aufstellung der erwähnten Wahrscheinlichkeitsdiagnose selbstverständlich unerlässliche) Annahme einer nachträglich erfolgten Dislocation (— Wagner hatte [cf. l. c. S. 95] für einen Theil des Schädeldaches den gleichen Hergang statuirt —) hinreichende Berechtigung besitze.

München, den 9. Oct. 1872.

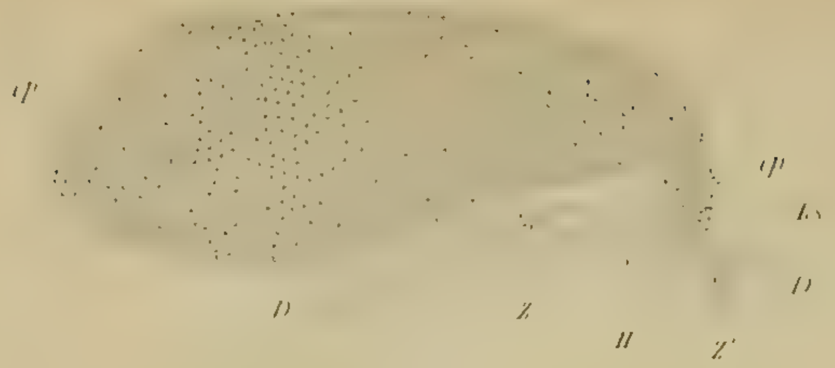

ep
ep
Es
D
Z
H
Z'
D

Fig. 1.

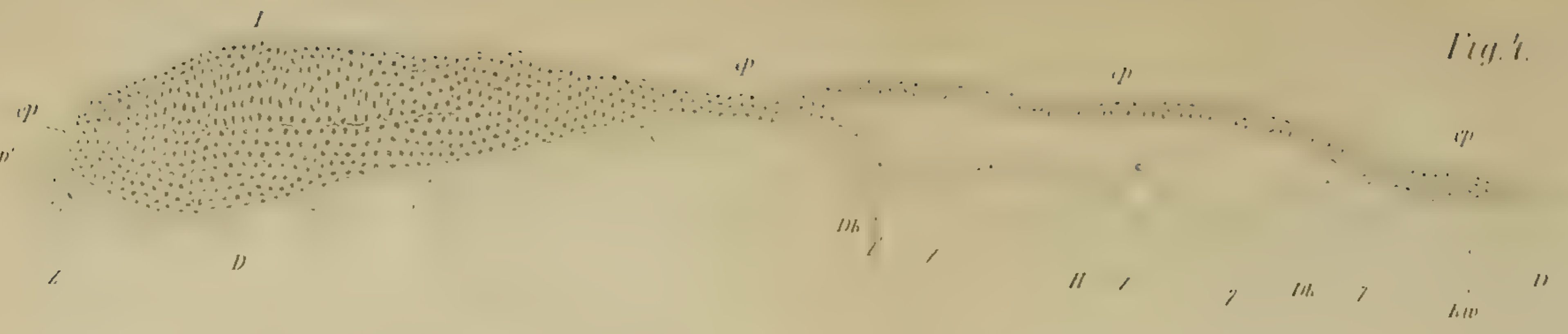

I
ep
ep'
ep
ep
ep
Z
D
Dk
Z
H
Dk
Kw
D

Fig. 4.

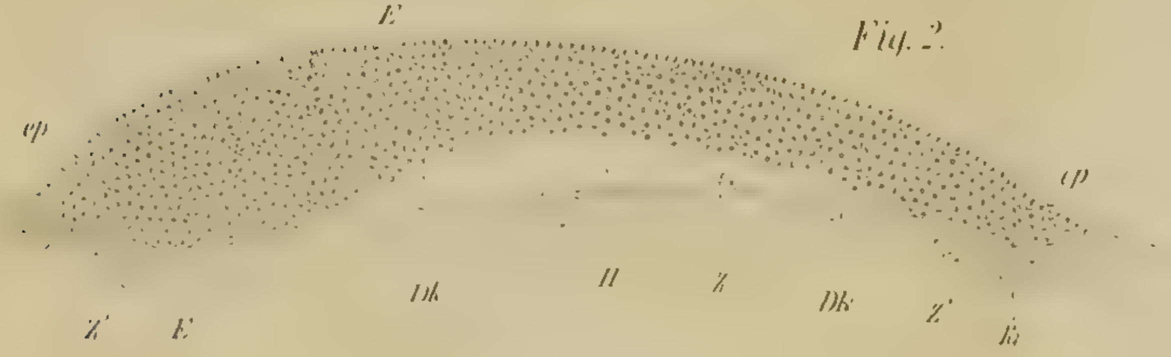

E
ep
ep
Z'
E
Dk
H
Z
Dk
Z'
Es

Fig. 2.

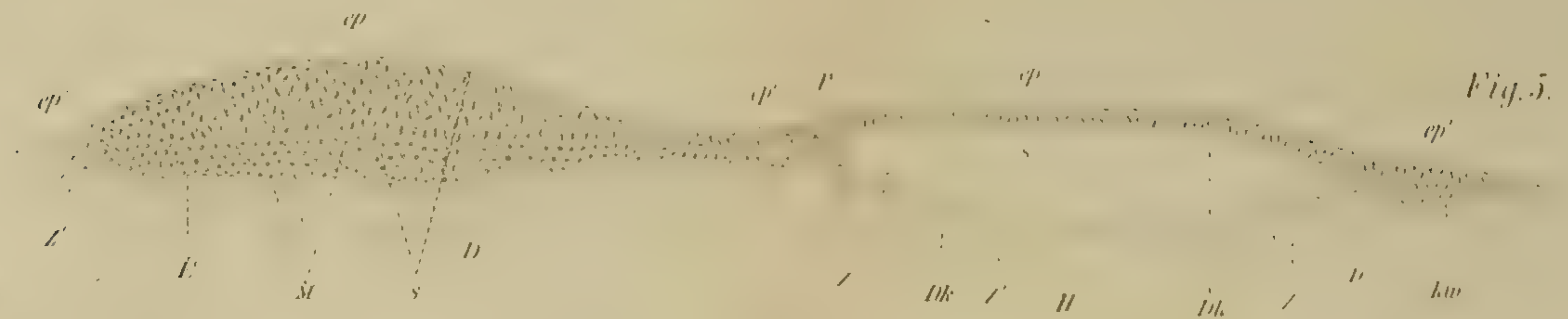

ep
ep
ep
P
ep
ep'
Z'
E
M
s
D
Dk
H
Dk
Kw

Fig. 5.

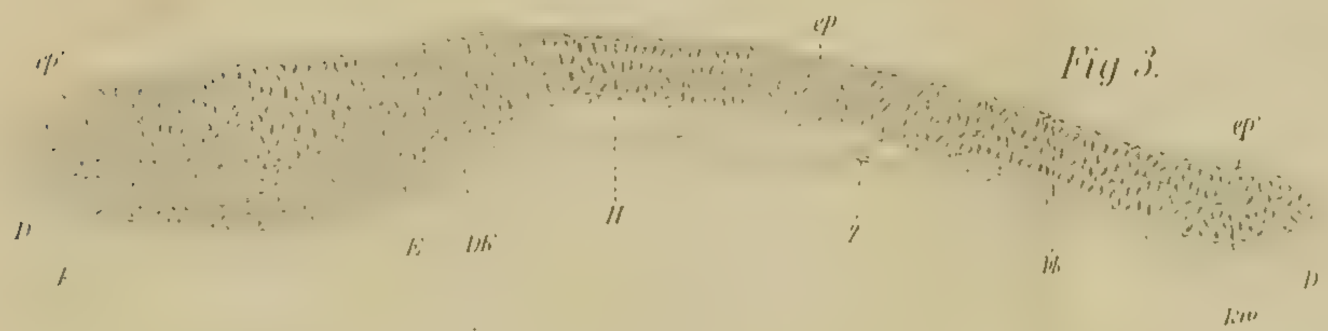

ep'
ep
ep'
D
E
Dk
H
Z
Dk
D
Kw

Fig. 3.

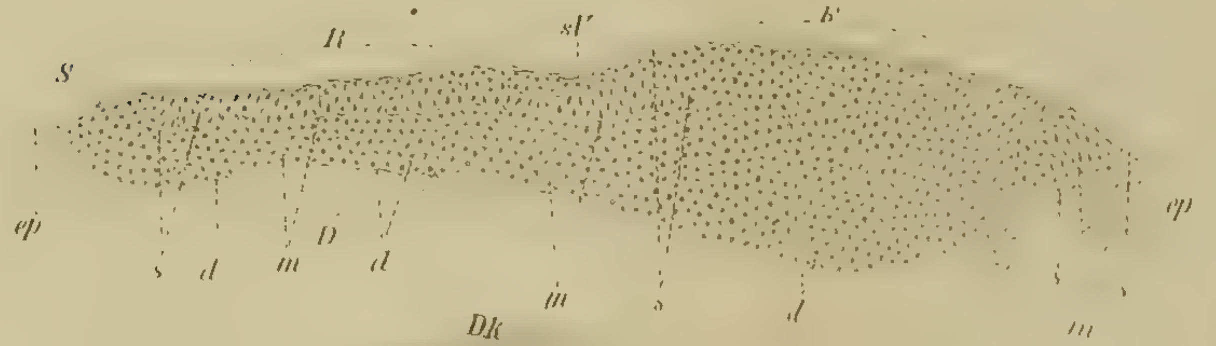

S
R
sV
R
ep
ep
s
d
m
D
d
m
s
d
m

Fig. 6.

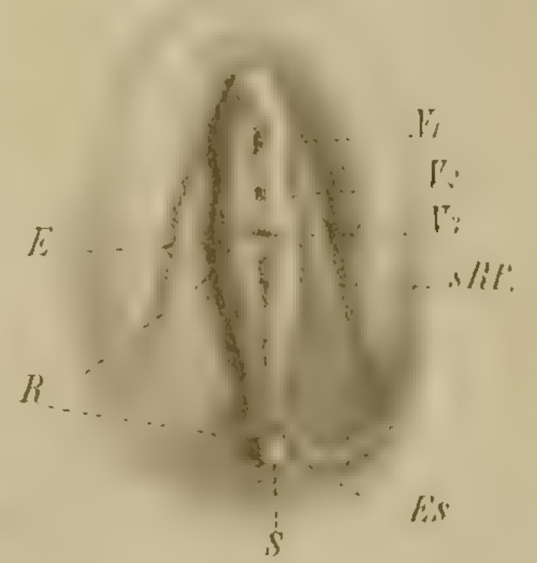

V₁
V₂
V₃
sRf.
E
R
S
Es

Fig. 12.

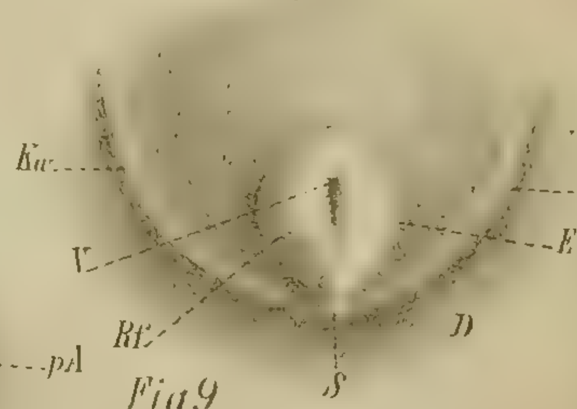

Kw
Kw
V
E
Rf
D
S

Fig. 9.

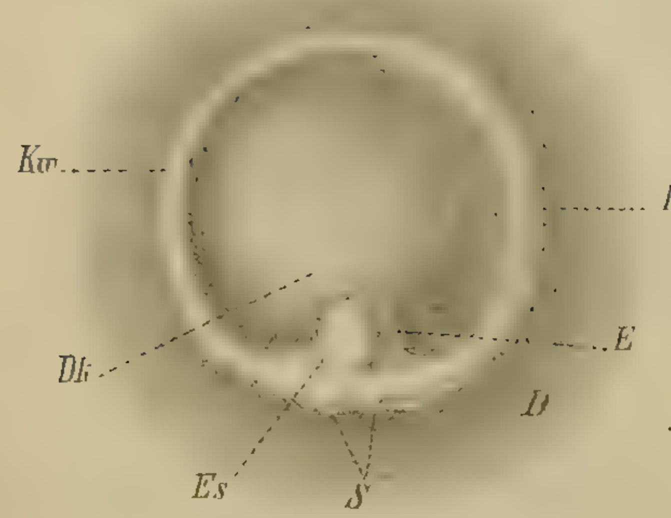

Kw
Kw
Dk
E
D
Es
S

Fig 7.

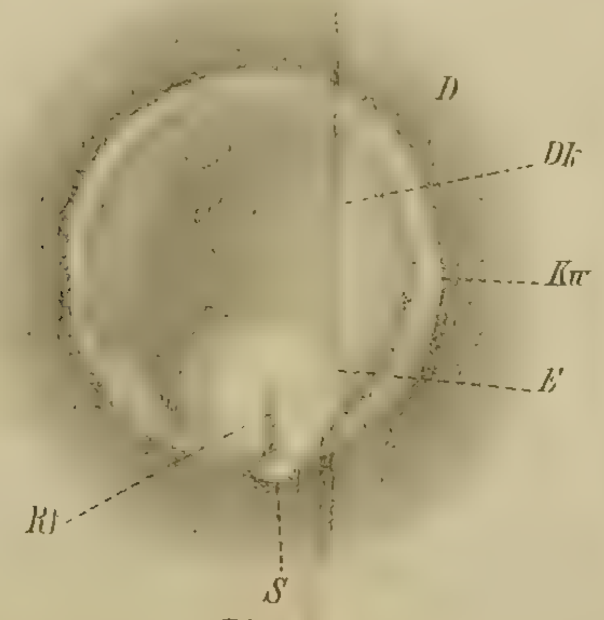


Fig 8.

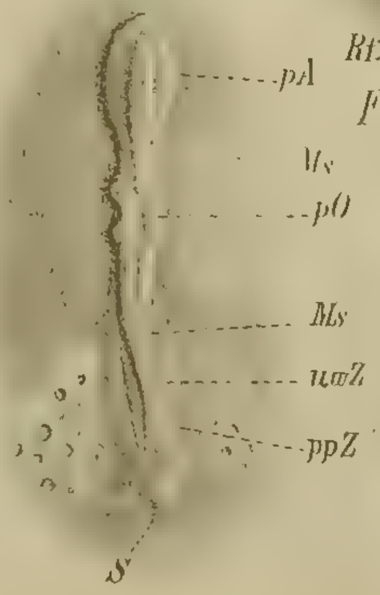

pA
Ms
pO
Ms
uwZ
ppZ
S

Fig 13.

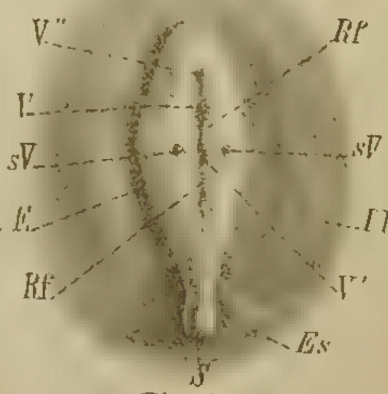

V''
Rf
V
sV
sV
E
Dk
Rf
V'
Es
S

Fig 10.

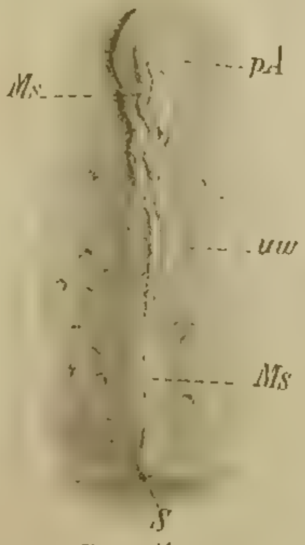


Fig 14.

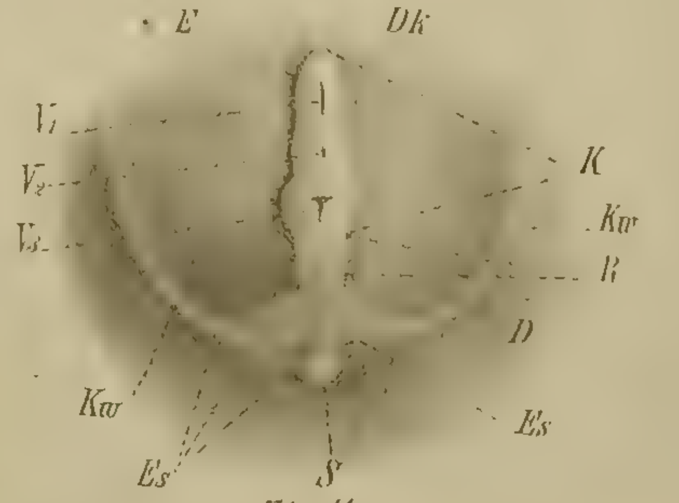

E
Dk
V₁
V₂
V₃
K
Kw
R
D
Kw
Es
S
Es

Fig 11.

Fig. I.1.

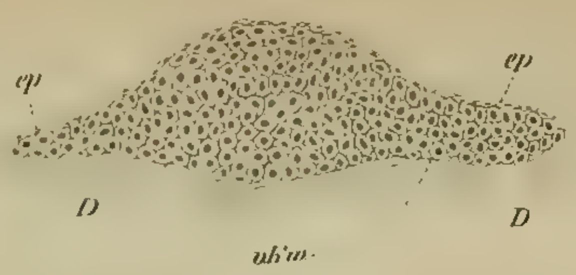


Fig. I.2.

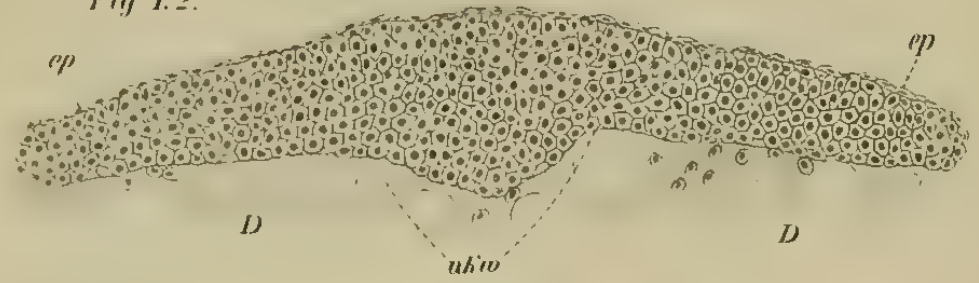


Fig. I.3.

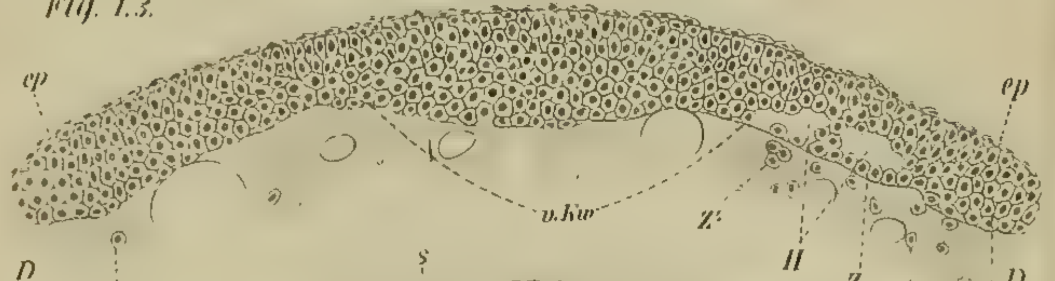

ep
ep
v.Kw
Z¹
H
Z
Z²
D
D
Z¹
Kw

Fig. I.4

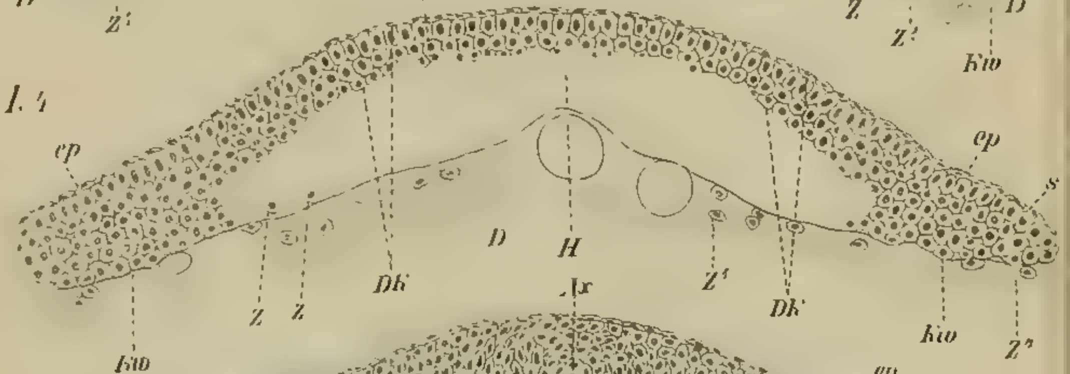

s
ep
ep
s
D
H
Dk
Dk
Z
Z
Z²
Z²
Kw
Kw

Fig. II.1.

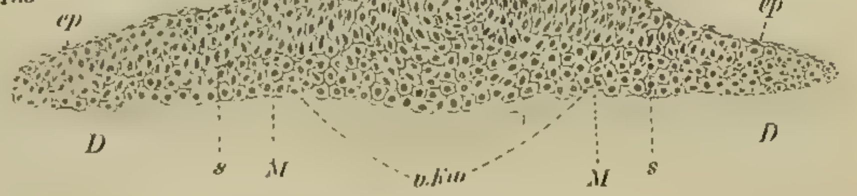

Ax
ep
ep
D
D
s
M
v.Kw
M
s

Fig. II.2

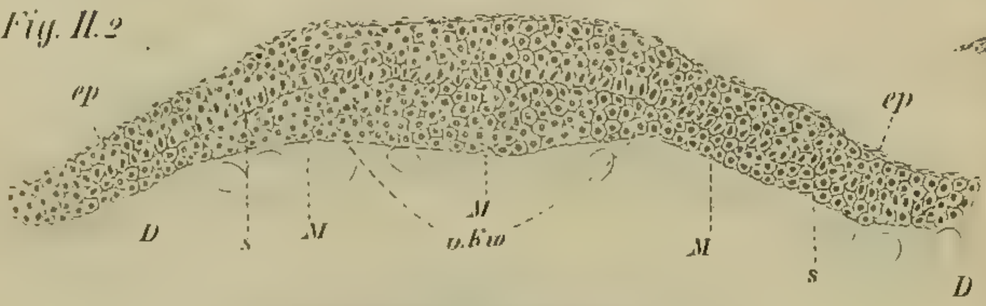

ep
ep
D
s
M
M
v.Kw
M
s
D

Fig. II.3.

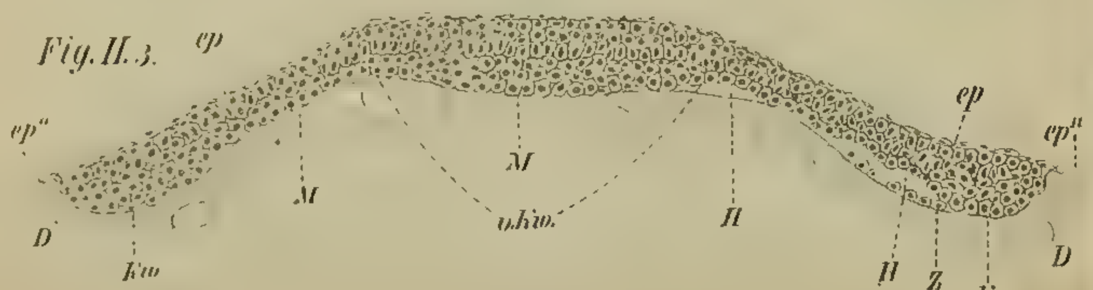
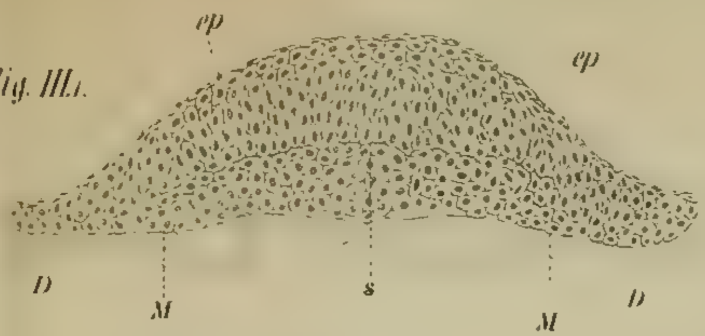

ep
ep''
ep
ep''
M
M
v.Kw.
H
D
Kw
H
Z
Kw
D

Fig. III.1.



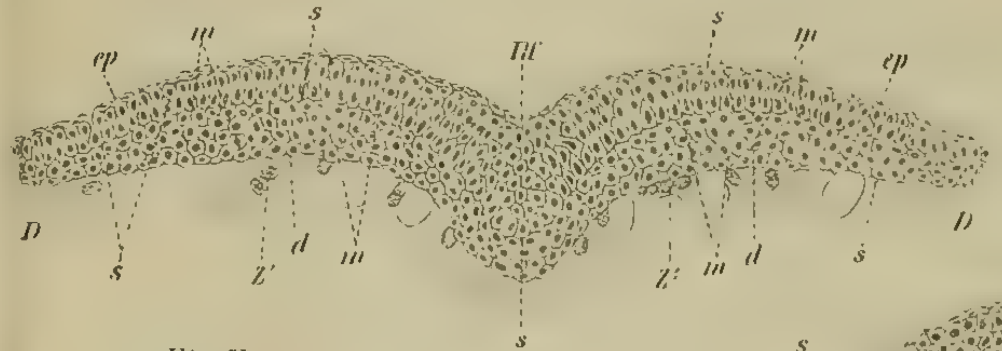

ep
m
s
Rf
s
m
ep
D
s
Z'
d
m
s
Z¹
m
d
s
D

Fig. V.1.

Fig. V.2.

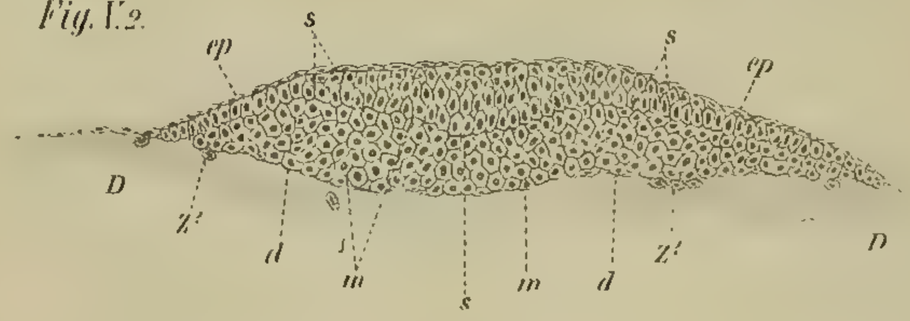

ep
s
s
ep
D
Z¹
d
m
s
m
d
Z¹
D

Fig. VI.1.

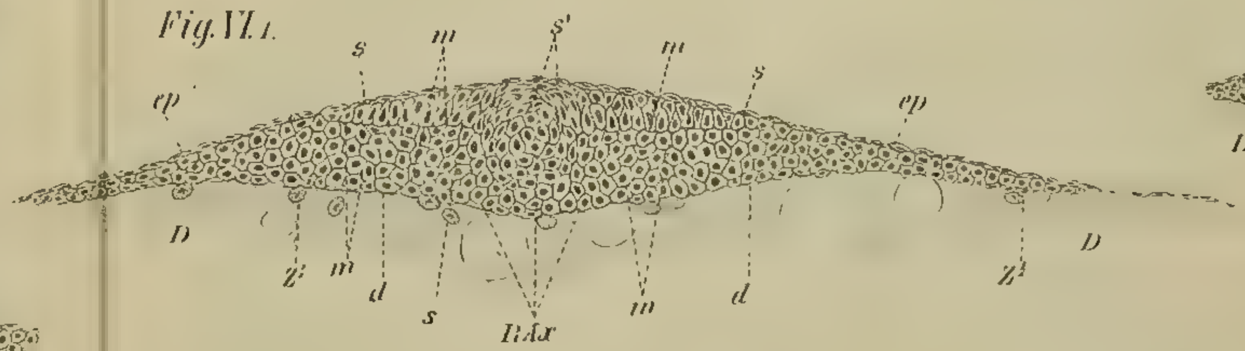

ep
s
m
s'
m
s
ep
D
Z¹
m
d
s
RAx
m
d
Z¹
D

Fig. VI.2

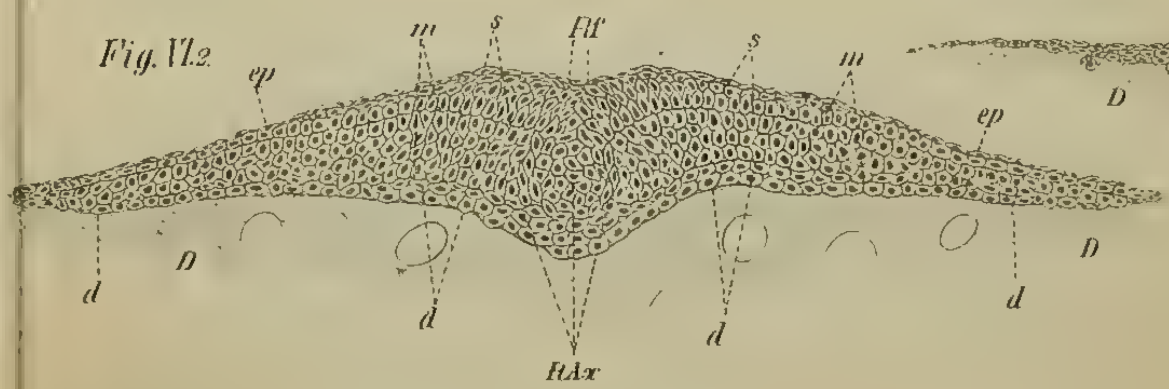

ep
m
s
Rf
s
m
ep
d
D
d
RAx
d
D
d

Fig. IV.1.

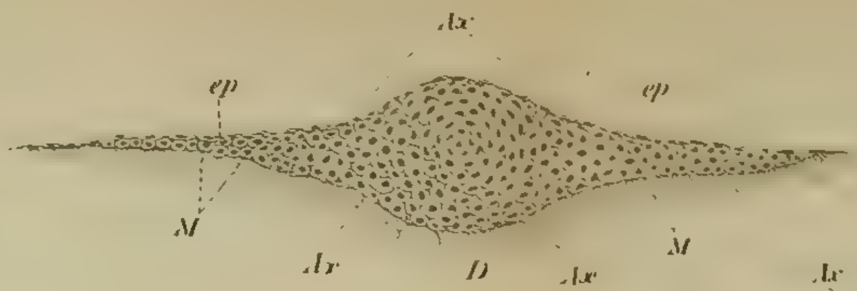
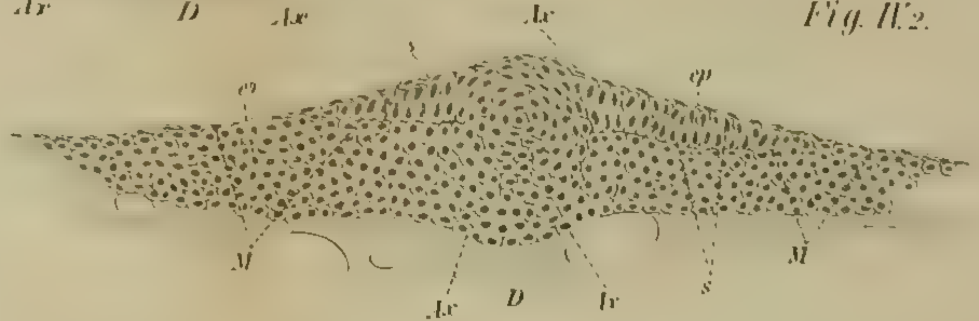

Ax
ep
ep
M
Ax
D
Ax
M

Fig. IV.2.


Ax
ep
ep
M
Ax
D
Ax
s
M

Rf

Fig. IV.3.

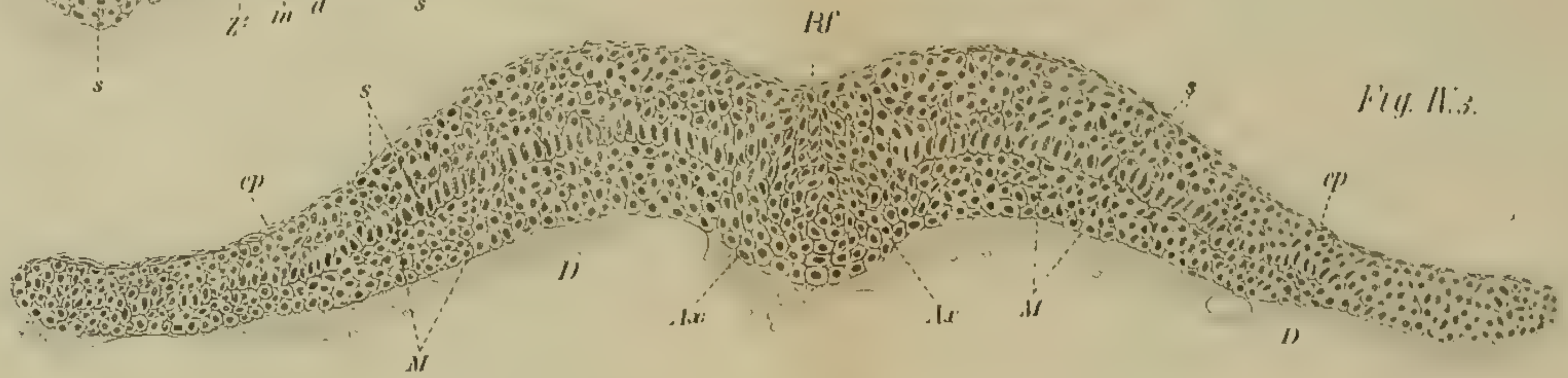

s
s
ep
ep
D
Ax
M
Ax
M
D

Fig. VI.3.

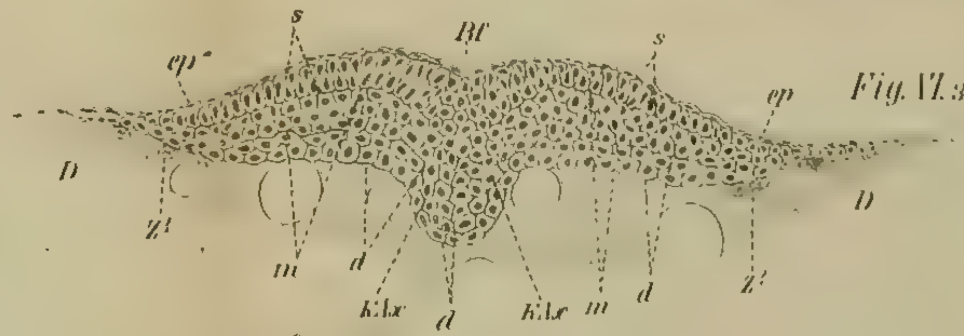

s
Rf
s
ep*
ep
D
D
Z¹
m
d
KAx
d
KAx
m
d
Z¹

Fig. VI.4.

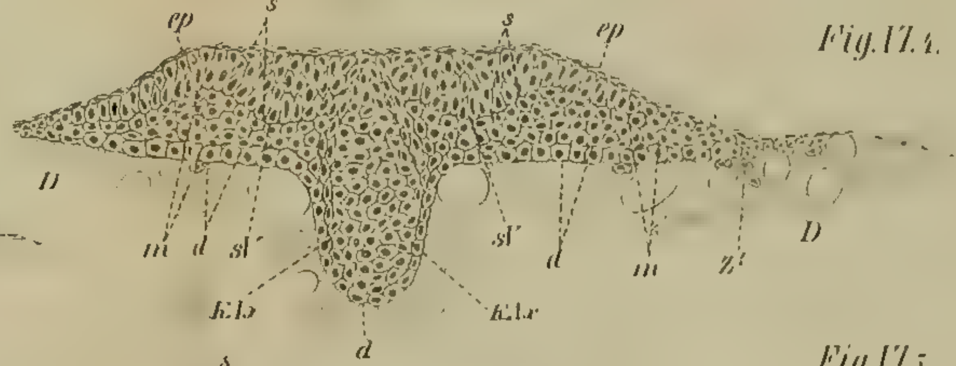
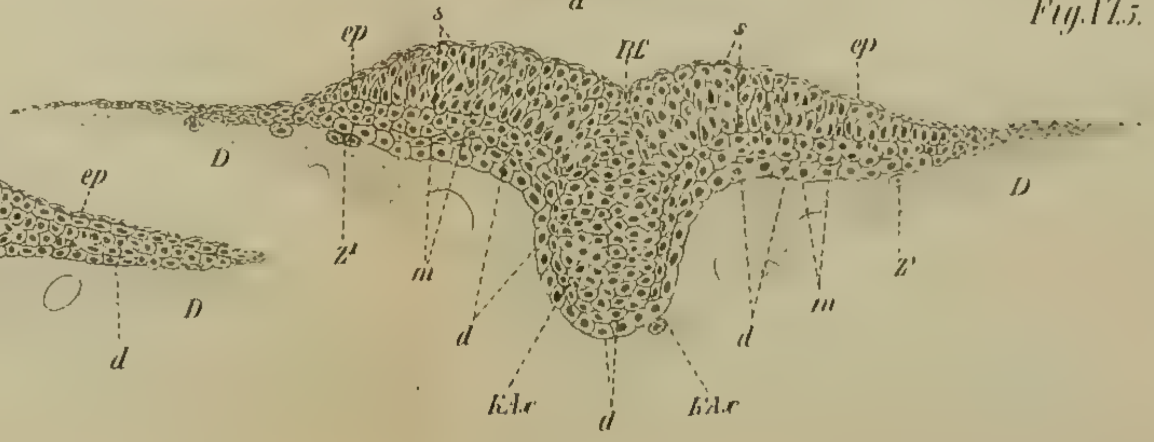

ep
s
s
ep
D
m
d
sl'
sl'
d
m
Z¹
D
KAx
KAx
d

Fig. VI.5.


ep
s
Rf
s
ep
D
D
Z¹
m
d
d
m
Z'
KAx
d
KAx

Untersteiner. del.

Lith. u. Druck v. F. M. Strassberger, Leipzig.

BRITISH MU
2
NATURAL HIST

Fig. VI.6.

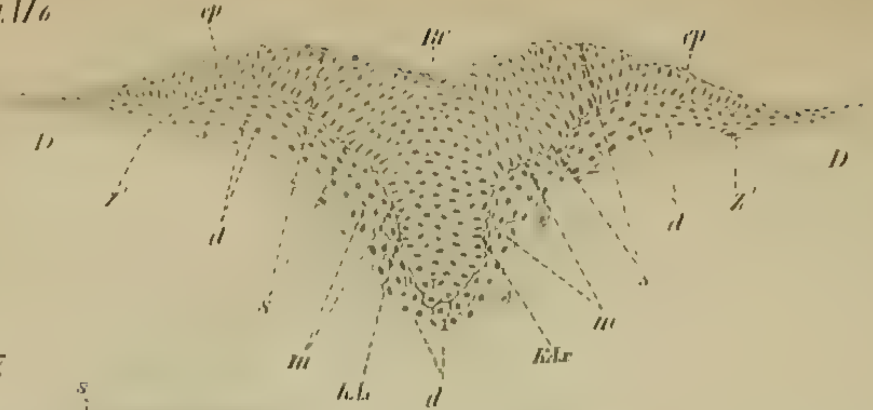

ep
Rr
ep
D
D
Z'
d
d
Z'
s
s
m
m
KAr
KAr
d

Fig. VII.3.

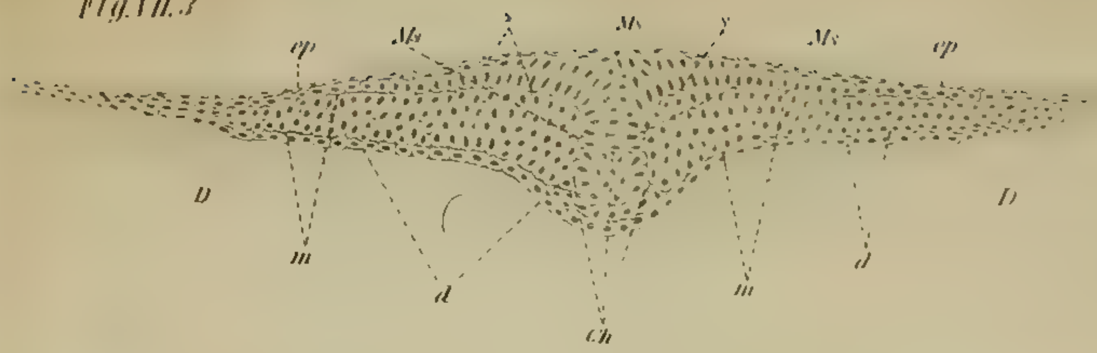

ep
Ms
s
Ms
y
Ms
ep
D
D
m
d
Ch
m
d

Fig. VIII.2.

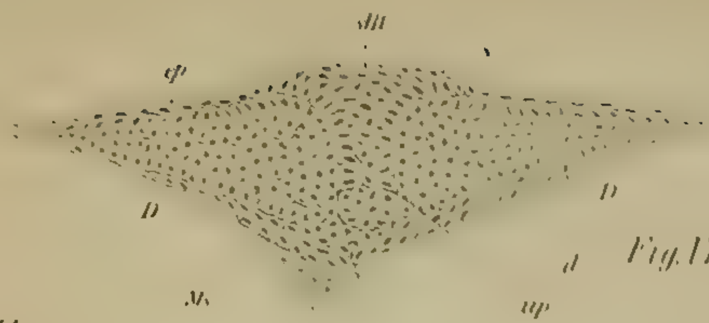

sM
ep
D
D
d
Ms
Ch
Z'
up

Fig. VI.7.

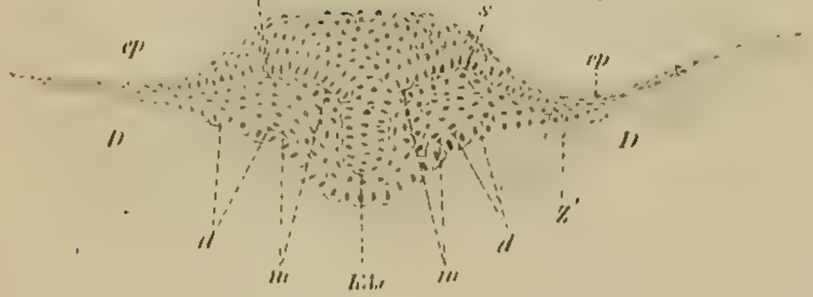

s
ep
s
ep
D
D
Z'
d
d
m
KAr
m

Fig. VII.4.

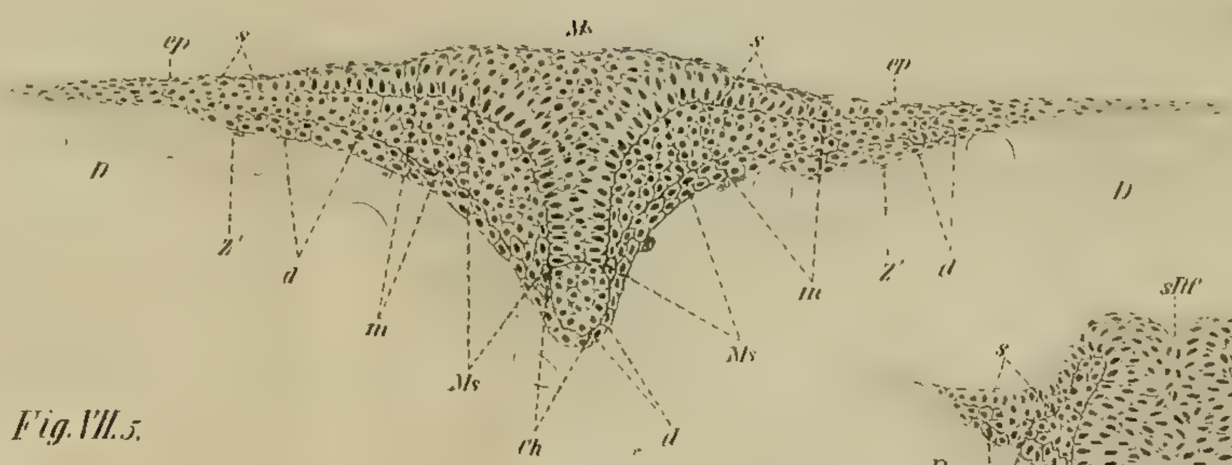

ep
s
Ms
s
ep
D
D
Z'
d
m
Ms
Ch
d
Ms
m
Z'
d

Fig. VIII.3.

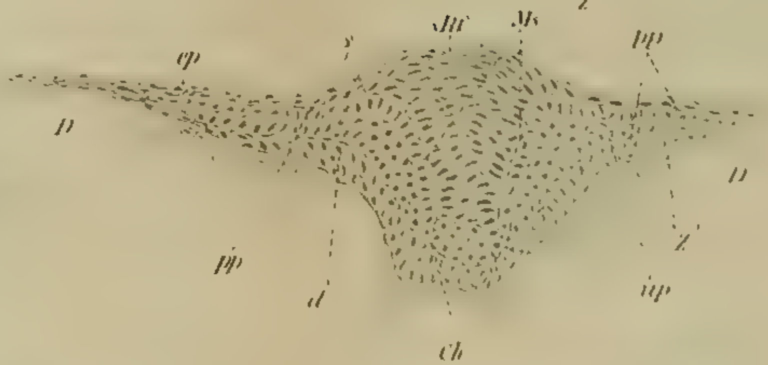

ep
y
sM
Ms
pp
D
D
pp
d
Ch
Z'
up

Fig. VIII.5.

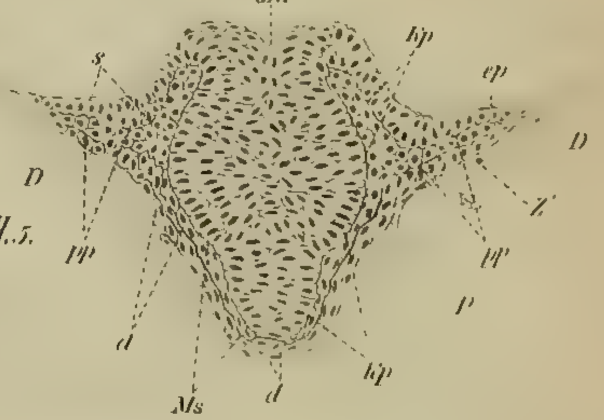

sRr
s
kp
ep
D
D
Z'
pp
pp
p
d
Ms
d
kp

Fig. VIII.4.

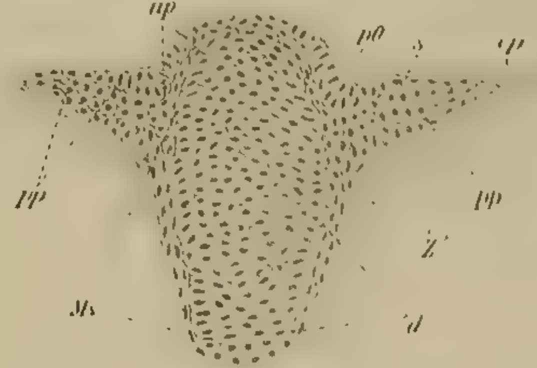

up
pO
s
ep
pp
pp
Z'
Ms
d

Fig. VI.8.

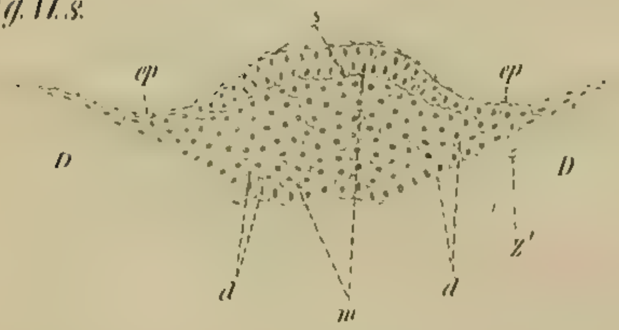

s
ep
ep
D
D
Z'
d
m
d

Fig. VII.5.

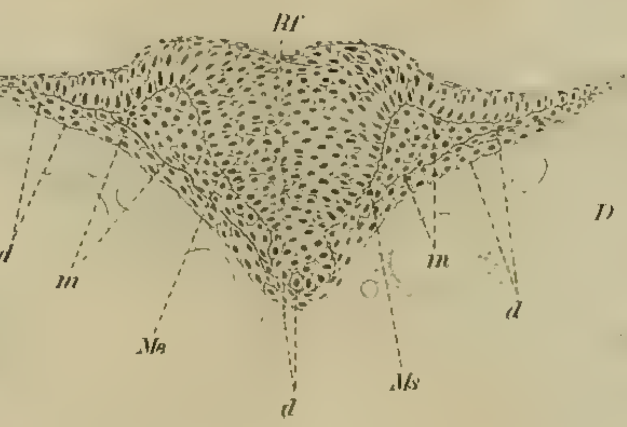

Rr
D
D
d
m
Ms
m
d
Ms
d

Fig. VII.1.

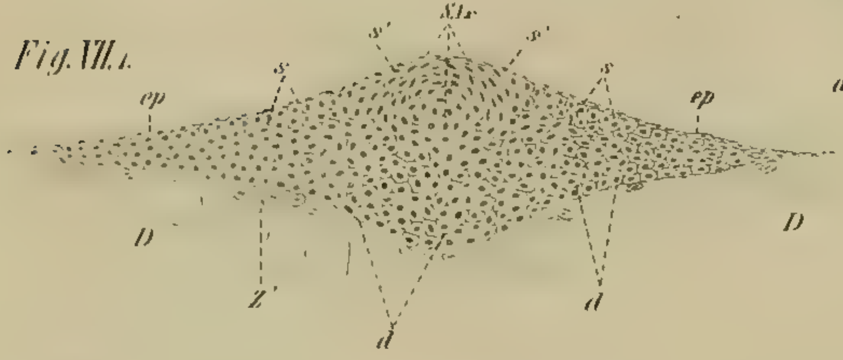

SAc
s'
s'
s
s
ep
ep
D
D
Z'
d
d

Fig. IX.1.

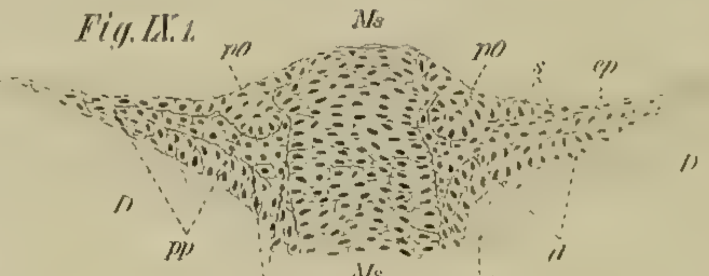

Ms
pO
pO
s
ep
D
D
pp
up
Ms
Z'
d

Fig. IX.2.

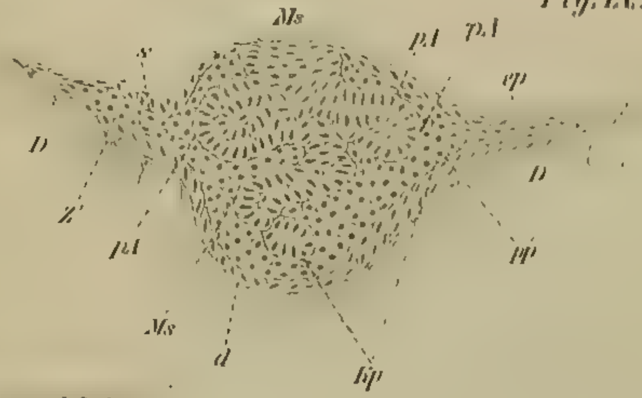

Ms
pA
pA
s
ep
D
D
Z'
pA
Ms
d
kp
pp

Fig. VII.2.

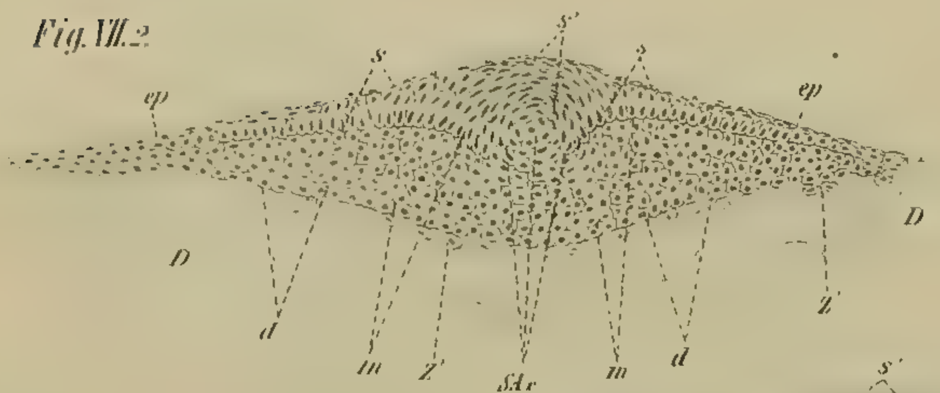

s'
s
s
ep
ep
D
D
Z'
d
m
Z'
SAc
m
d

Fig. VII.6.

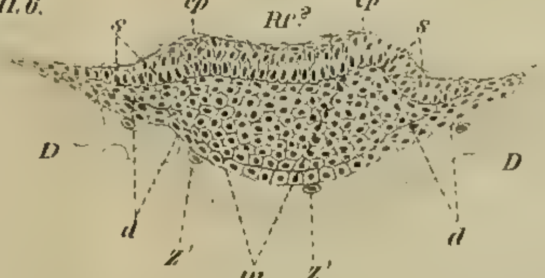

s
ep
Rr?
ep
s
D
D
d
Z'
m
Z'
d

Fig. XI.1.

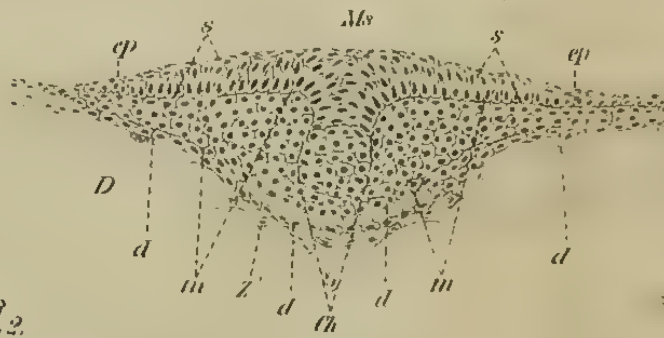

Ms
s
s
ep
ep
D
d
m
Z'
d
Ch
d
m
d

Fig. X.1.

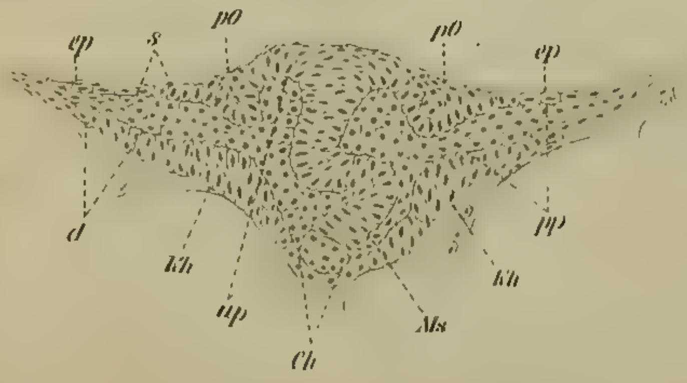

ep
s
pO
pO
ep
d
Kh
up
Ch
Ms
Kh
pp

Fig. VIII.1.

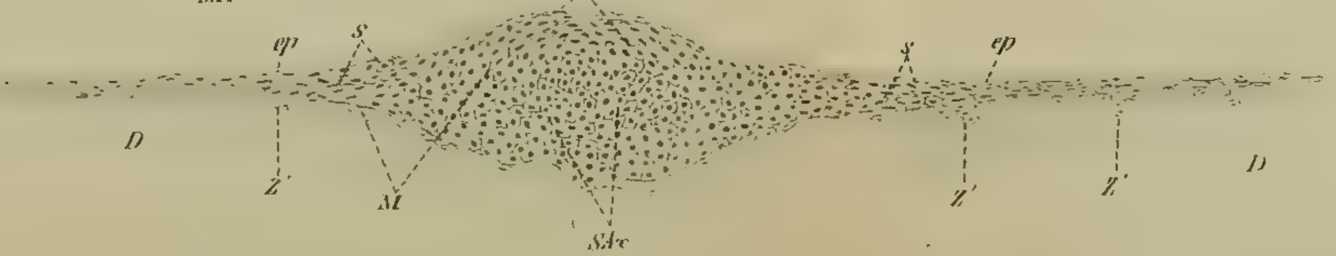

ep
s
s
ep
D
D
Z'
M
SAc
Z'
Z'

Fig. XI.2.

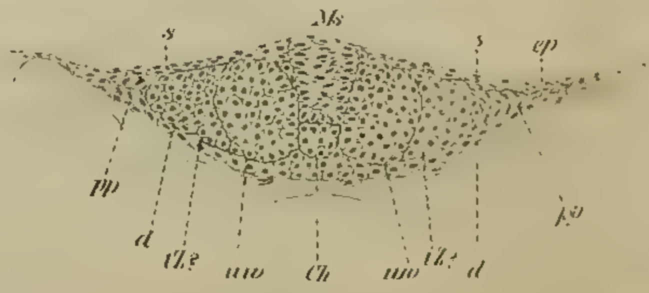

s
Ms
s
ep
pp
d
tZ?
uw
Ch
uw
tZ?
d
p?

Fig. 1-6. Untersteiner, del. Fig. VIII1 - XI 2 Zangerle, del

BRITISH MUSEUM
Z [illegible] II
NATURAL HISTORY

Fig. XI 3.

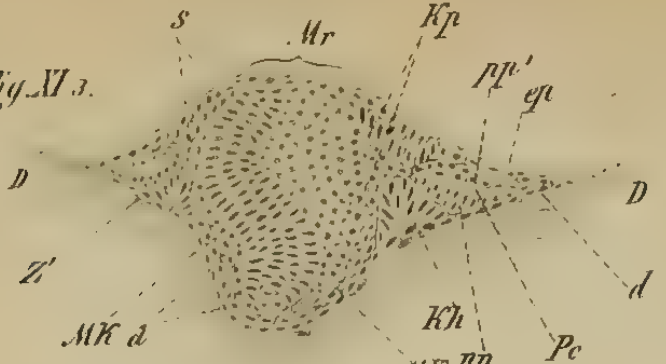

s
Mr
Kp
Pp'
ep
D
D
Z'
d
MK d
Kh
MK Pp
Pc

Fig. XIII 1.

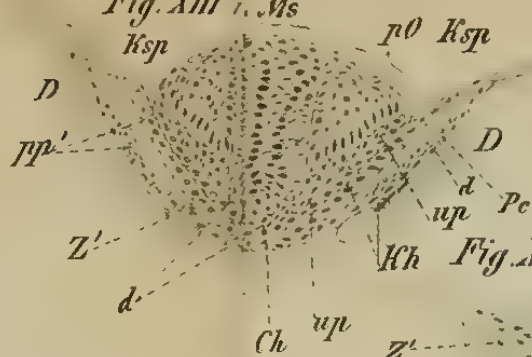

Ms
Ksp
pO
Ksp
D
D
pp'
d
up
Pc
Z'
Kh
d
Ch
up

Fig. XIV 4.

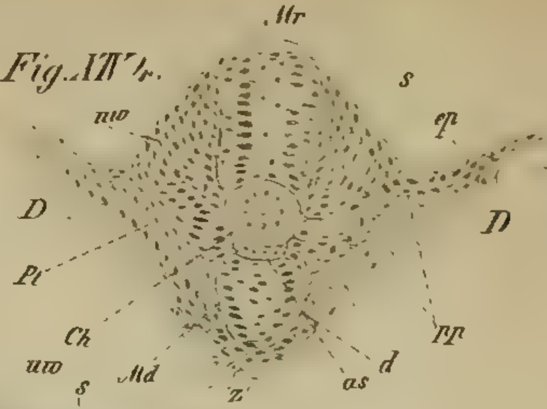

Mr
s
uw
ep
D
D
Pt
Ch
uw
s
Md
Z'
as
d
Pp

Fig. XVI 2.

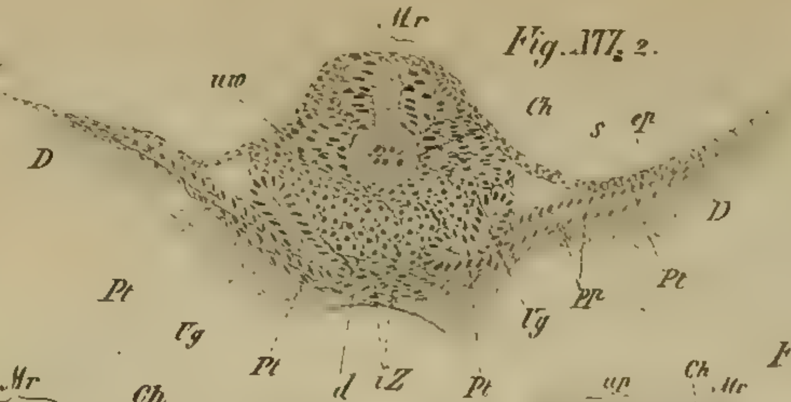

Mr
uw
Ch
s
ep
D
D
D
Pt
Ug
Pt
d
iZ
Pt
Pp
Ug
Pt

Fig. XI 4.

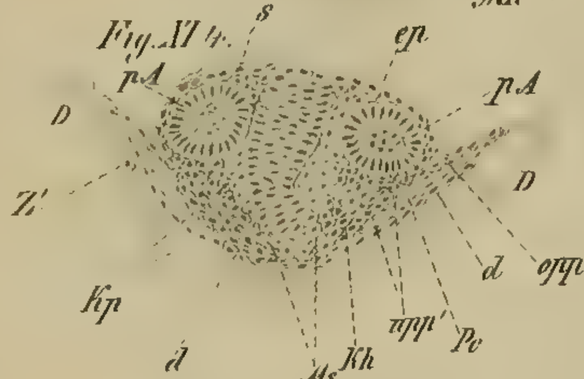

s
ep
pA
pA
D
D
Z'
d
opp'
Kp
upp'
Pc
Ms
Kh
d

Fig. XIII 2.

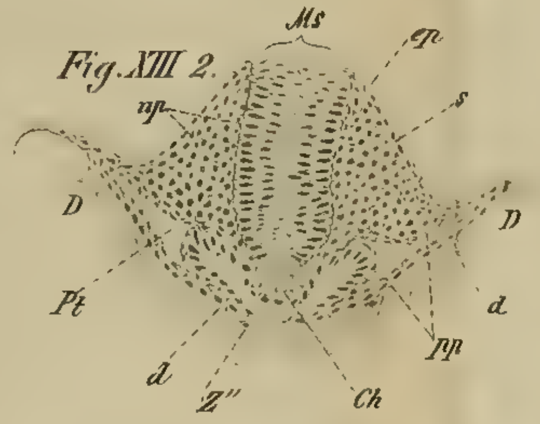

Ms
ep
up
s
D
D
Pt
d
d
Z''
Ch
Pp

Fig. XIV 3.

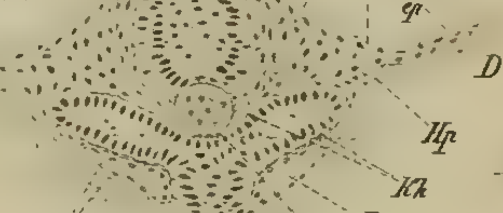

Mr
Z'
D
s
ep
D
Hp
Kh
Pc
Ch
Pt
Od
ob

Fig. XVI 3.

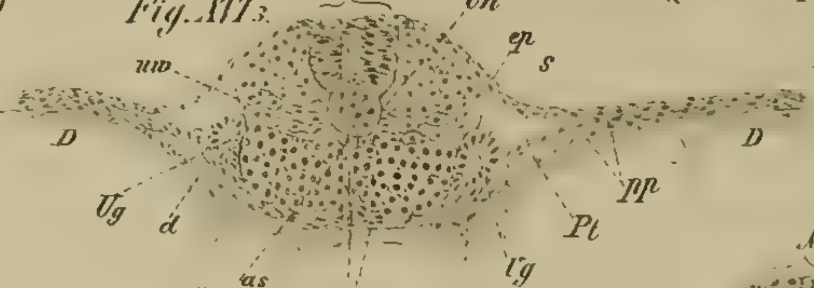

Mr
Ch
ep
s
uw
D
D
Ug
d
as
Md
Z'
Ug
Pt
Pp

Fig. XIX 1.

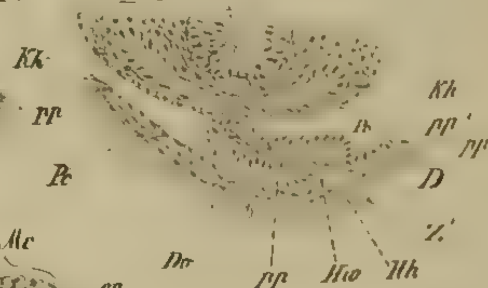

up
Ch
Mr
Kk
Pp
Pc
Kh
pp'
Pp
D
Z'
Do
Pp
Hw
Hh

Fig. XIV 2.

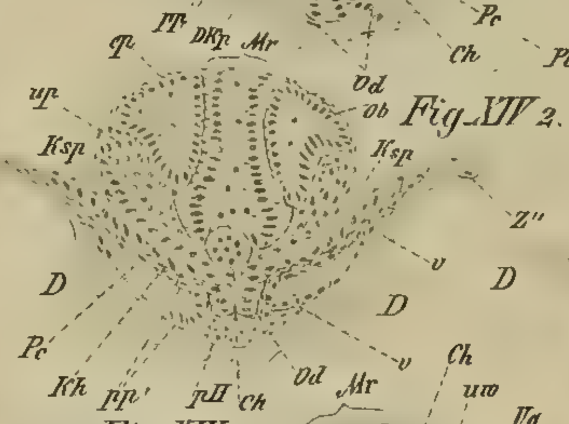

Pp
DKp
Mr
ep
up
Ksp
Ksp
Z''
D
D
D
D
v
v
Pc
Kh
pp'
pH
Ch
Od

Fig. XVII 1.

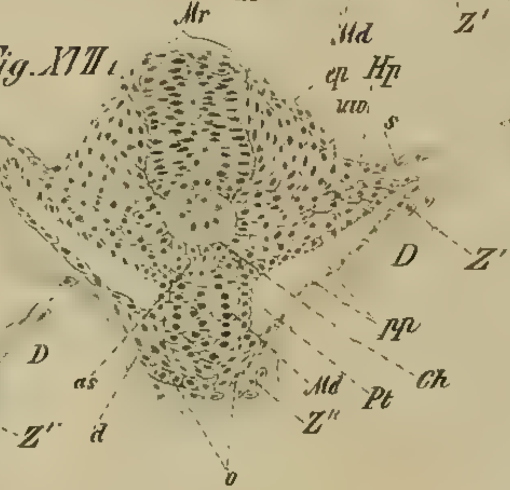

Mr
ep
Hp
uw
s
D
D
Z'
pp
Ch
Md
Pt
Z''
as
d
v

Fig. XVII 2.

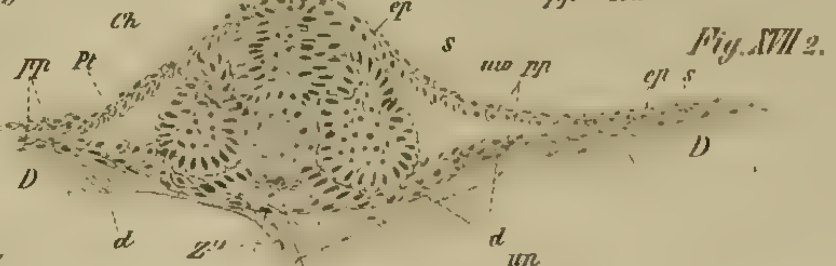

Mc
Ch
ep
s
uw
pp
ep
s
Pp
Pt
D
D
d
Z''
d

Fig. XII 1.

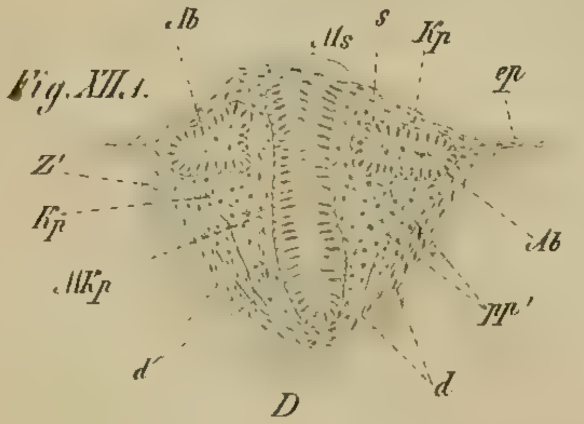

Ab
Ms
s
Kp
ep
Z'
Kp
Ab
MKp
pp'
d'
d
D

Fig. XIII 3.

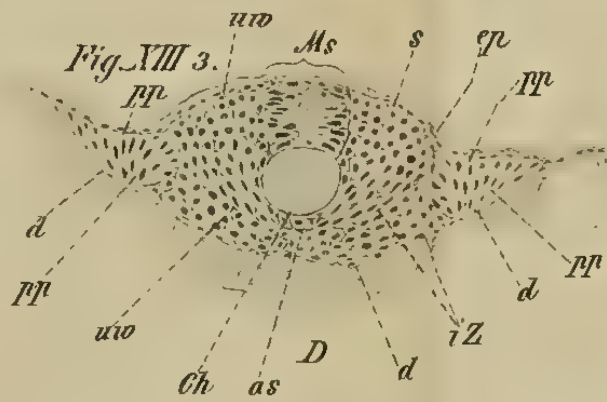

uw
Ms
s
ep
Pp
Pp
d
Pp
Pp
uw
Ch
as
D
d
iZ
d

Fig. XIV 5.

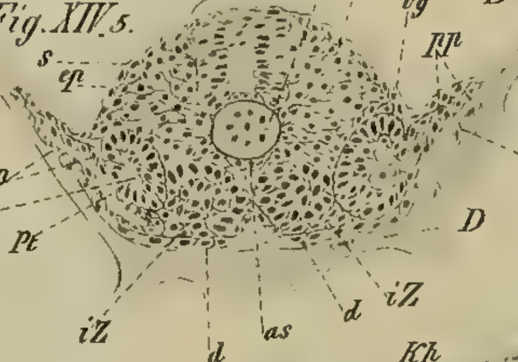

Mr
Ch
uw
Ug
s
ep
Pp
D
Z''
Pp
Ug
Pt
D
iZ
d
as
d
iZ

Fig. XVIII 1.

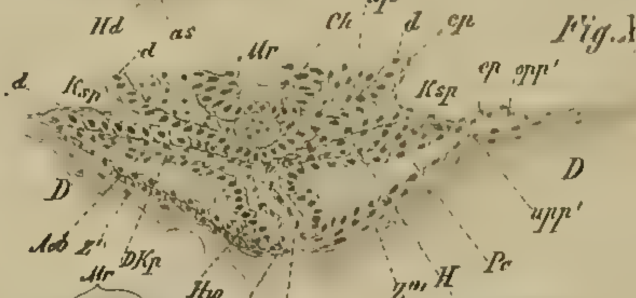

Hd
as
Ch
up
d
ep
d
Mr
d
Ksp
Ksp
ep
opp'
D
D
upp'
Aob
Z''
DKp
Hw
Z'''
H
Pc

Fig. XII 2.

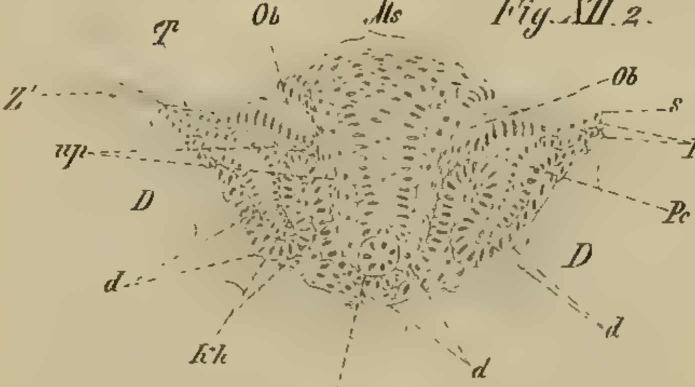

Ob
Ms
ep
Z'
Ob
s
up
pp'
D
Pc
D
d
Kh
d
d

Fig. XIV 1.

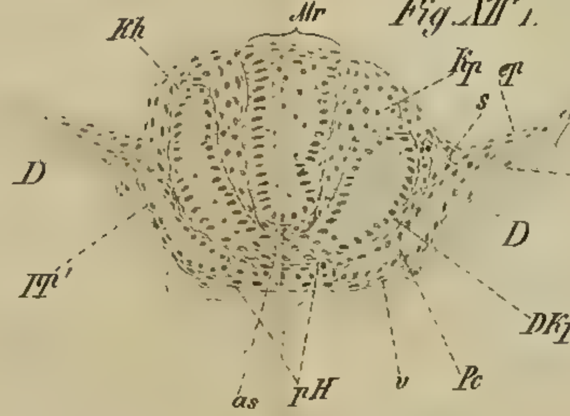

Kh
Mr
Kp
ep
s
Z'
D
D
Pp'
DKp
as
pH
v
Pc

Fig. XV 1.

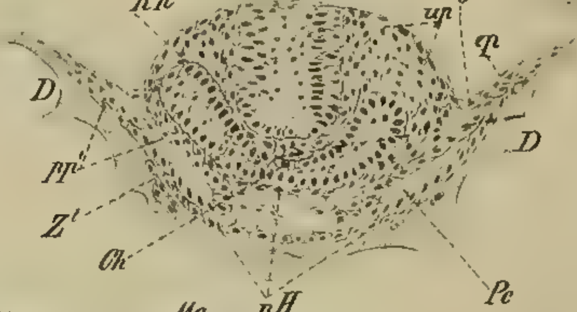

Kh
Mr
up
s
ep
D
D
Pp'
Z'
Ch
pH
Pc

Fig. XVIII 2.

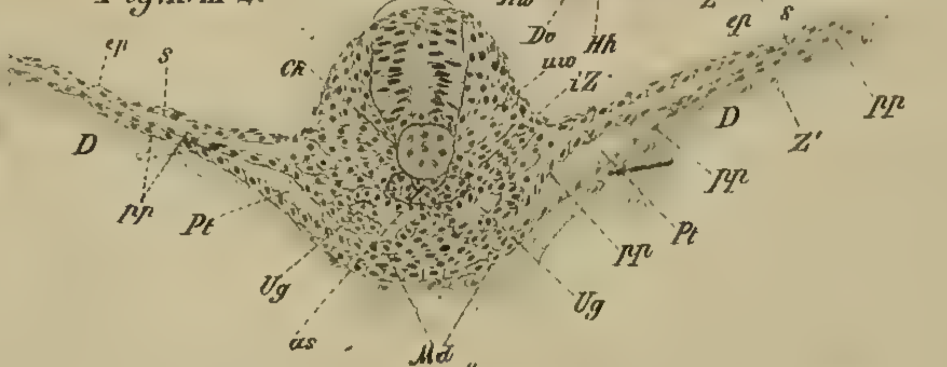

Mr
Do
Hh
uw
iZ
ep
s
ep
s
Ck
D
D
Pp
Z'
Pp
Pt
Pp
Pt
Pp
Ug
Ug
as
Md

Fig. XII 3.

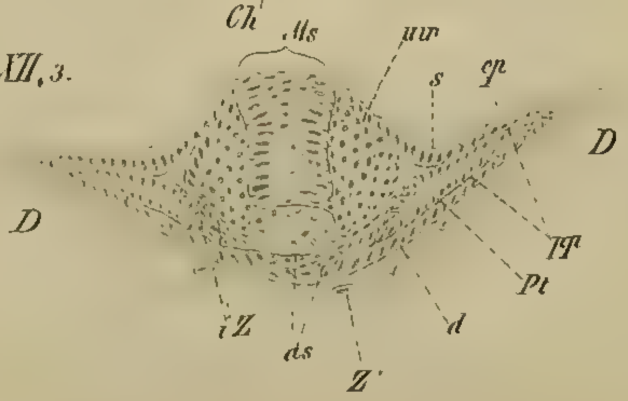

Ch
Ms
uw
s
ep
D
D
Pp
Pt
iZ
as
d
Z'

Fig. XII 4.

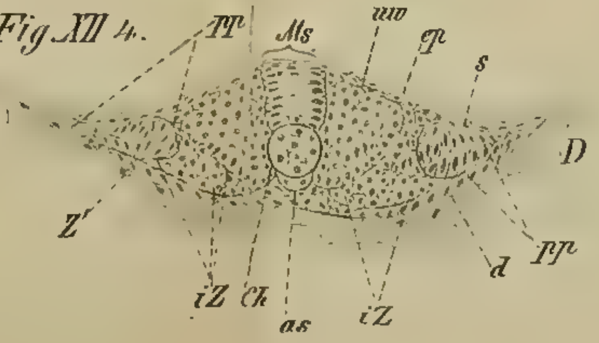

Pp
Ms
uw
ep
s
D
Z'
d
Pp
iZ
Ch
as
iZ

Fig. XVI 1.

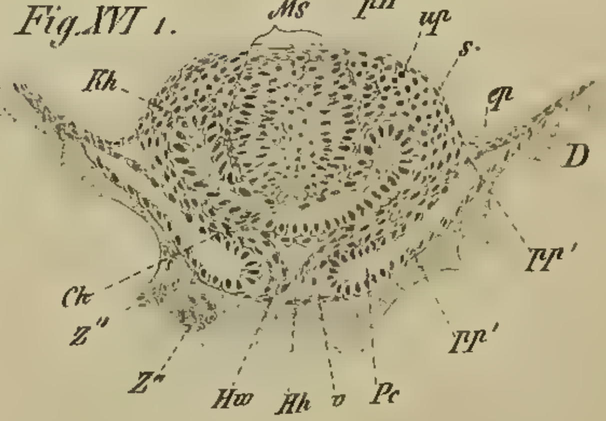
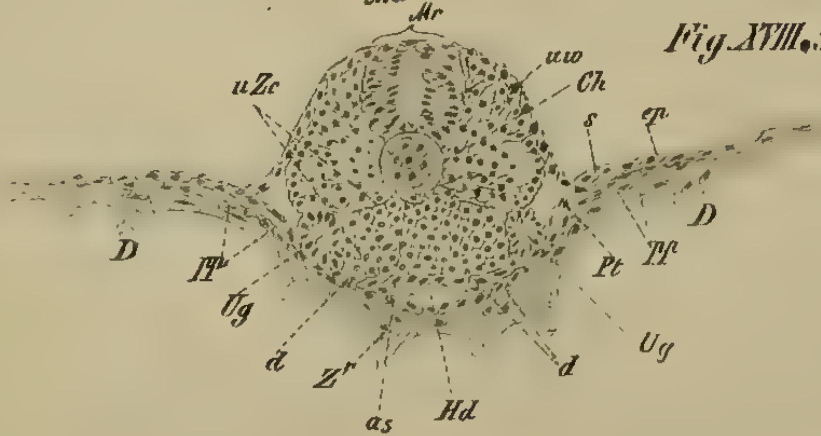

Ms
pH
up
s
Kh
ep
D
Pp'
Pp'
Ck
Z''
Z''
Hw
Hh
v
Pc

Fig. XVIII 3.


Mr
uw
uZc
Ch
s
ep
D
D
Pp
Ug
Pt
Pp
Ug
d
Z''
d
as
Hd

Lith. Druck v. F. M. Schneider in Leipzig.

BRITISH
2
NATURAL

Fig 1

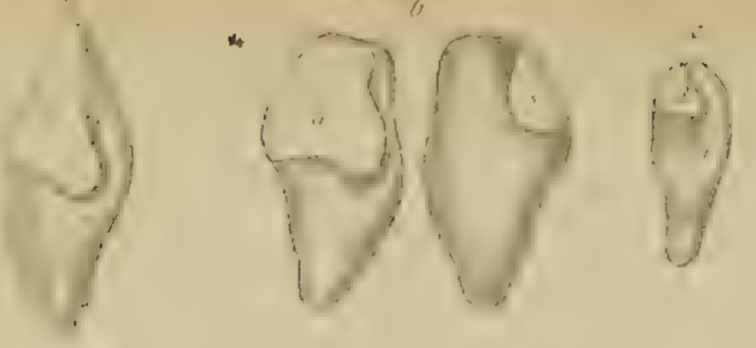


Fig 2

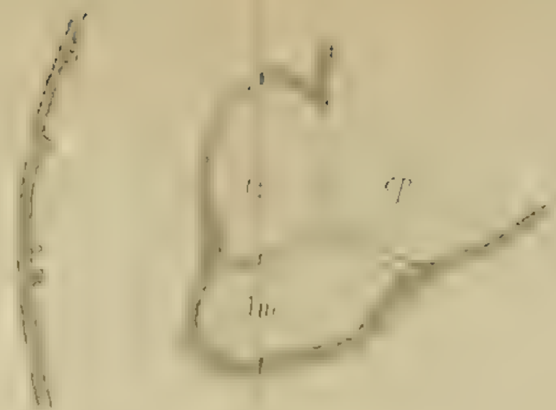
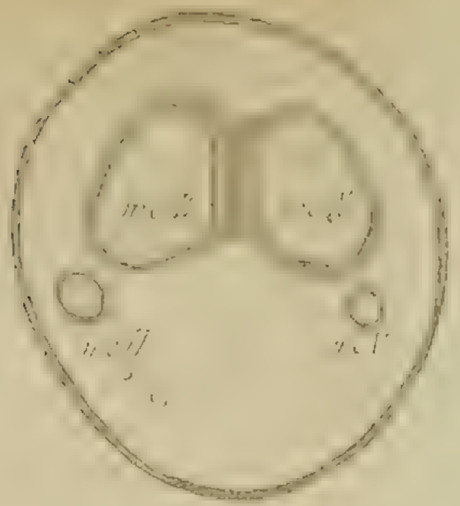


Fig 3


mt III
mt IV
mt II
mt V

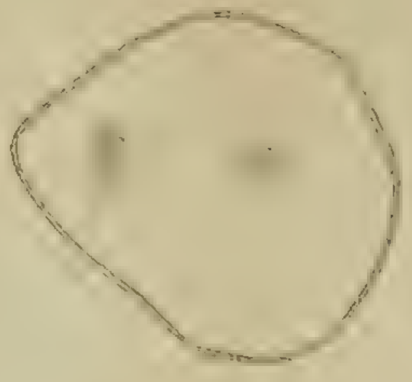


Fig 5(25/1)

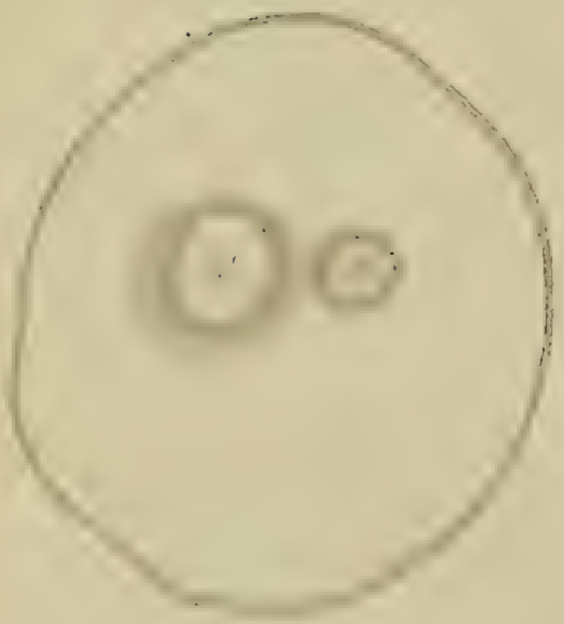


Fig 6

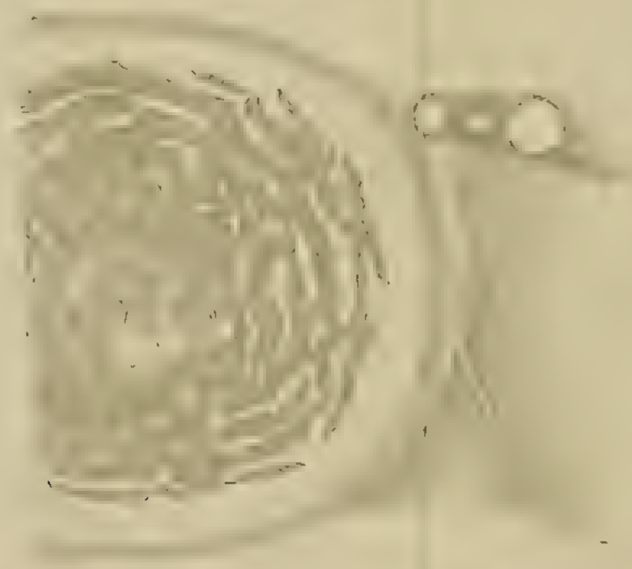


Fig 7

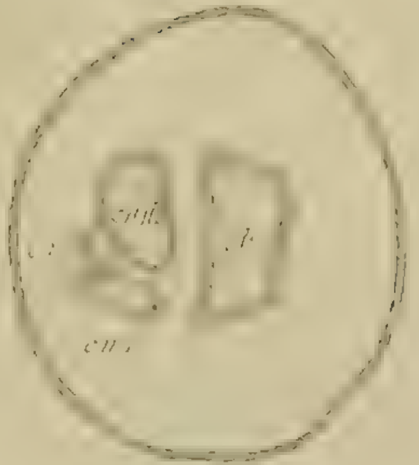


Fig 8

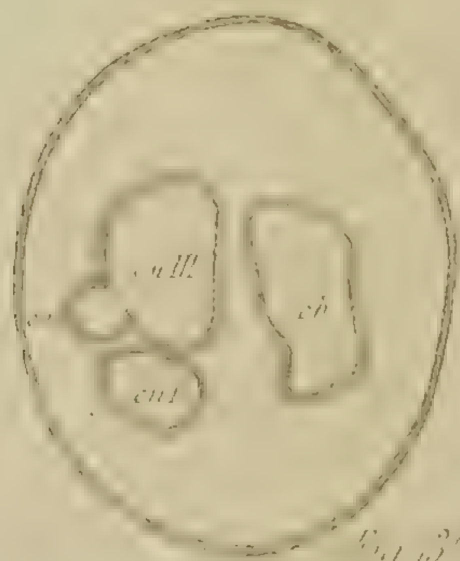


Fig 9

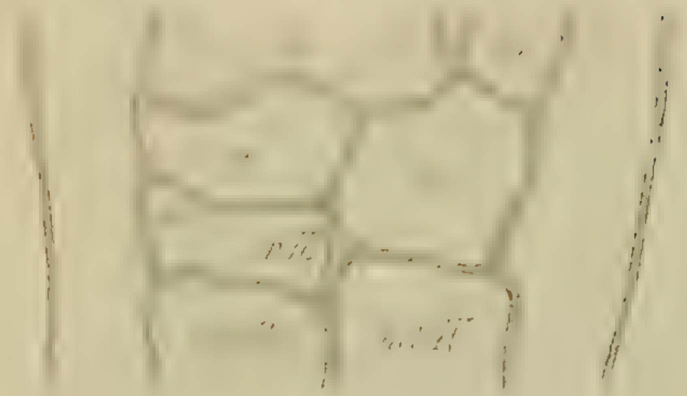


Fig 10

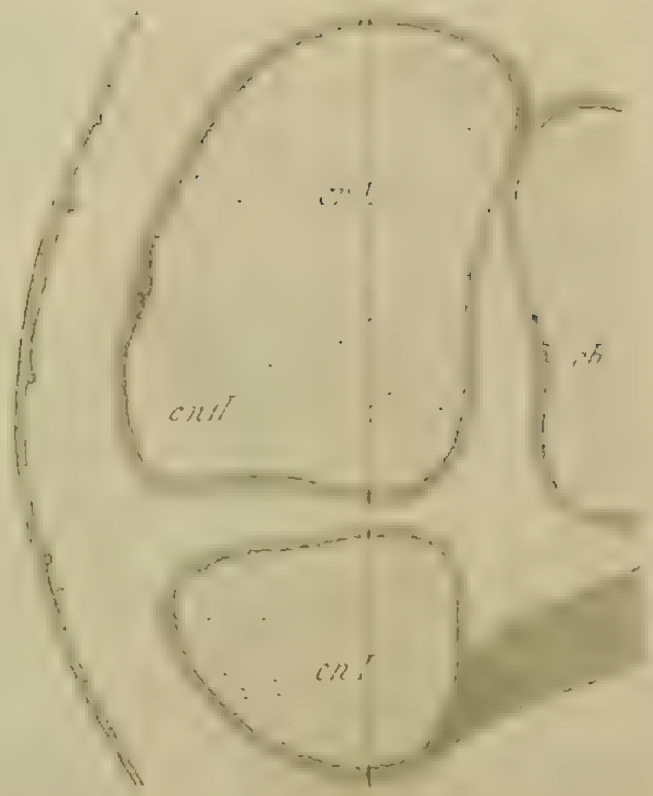

cn I
cn II
ch
cn I

Fig 11

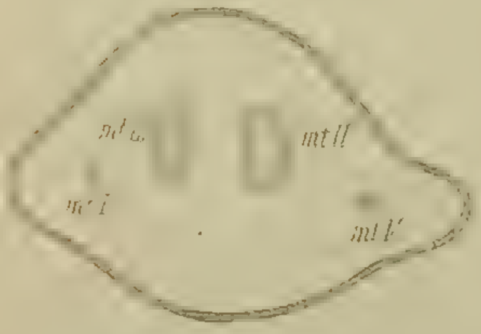

mt II
mt I
mt V

Fig 12

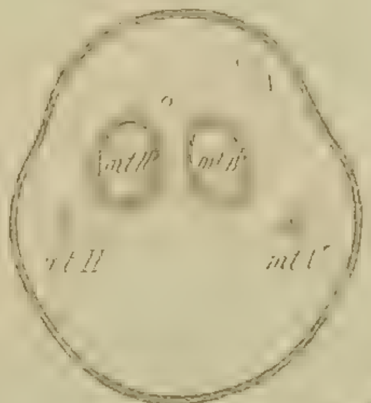

mt III
mt IV
mt II
mt V

Fig 13

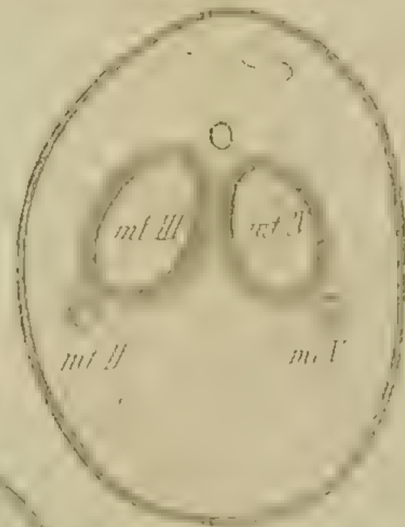
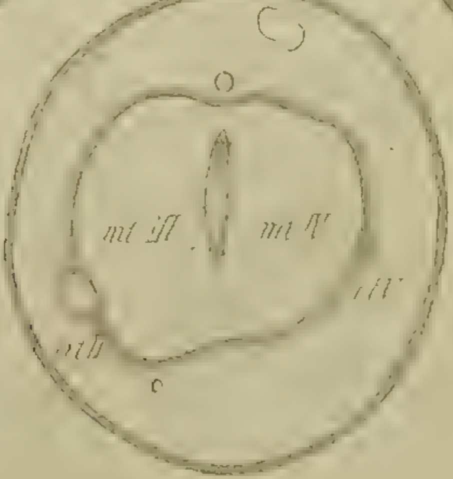

mt III
mt IV
mt II
mt V

Fig 14


mt III
mt IV
mt II
mt V

[illegible]

Fig. 15

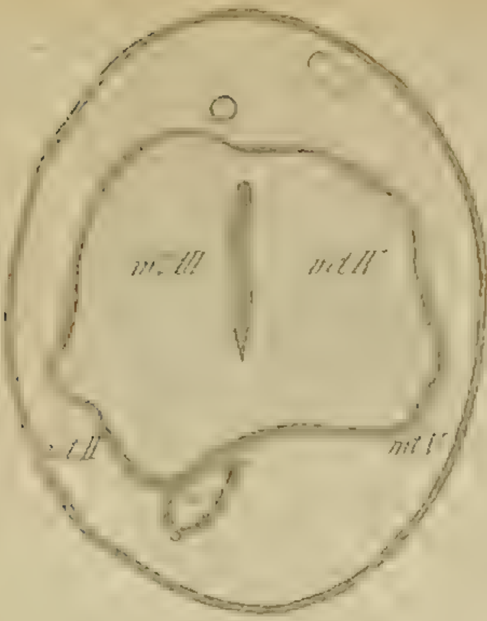

mt III
mt IV
mt II
mt V

Fig. 16

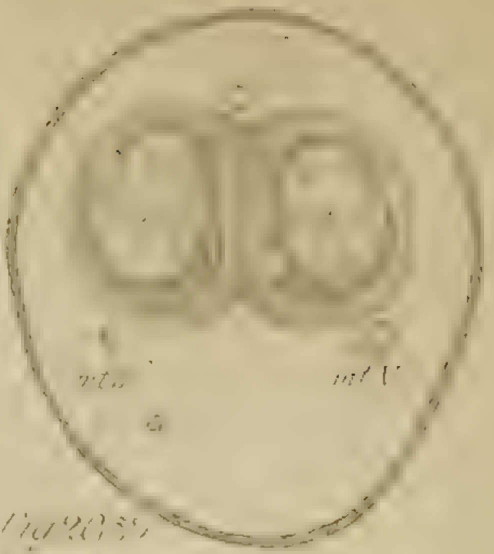


Fig. 17

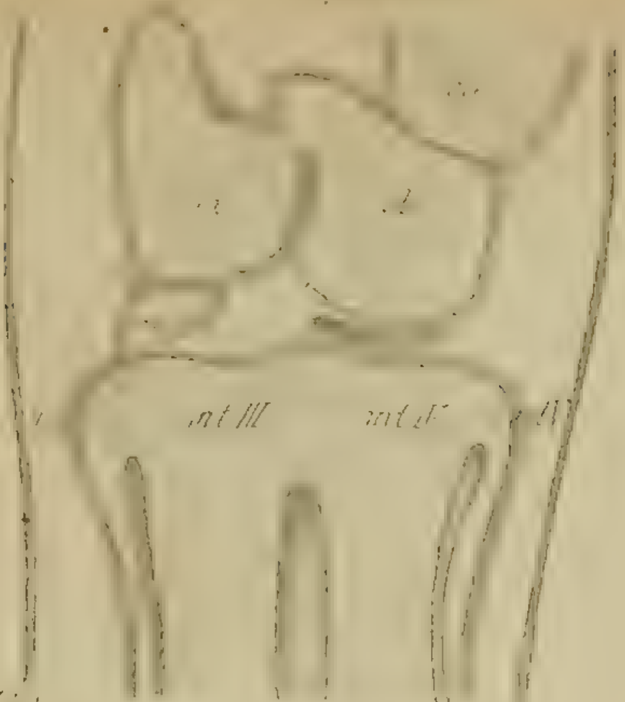

mt III
mt IV
mt II

Fig. 18

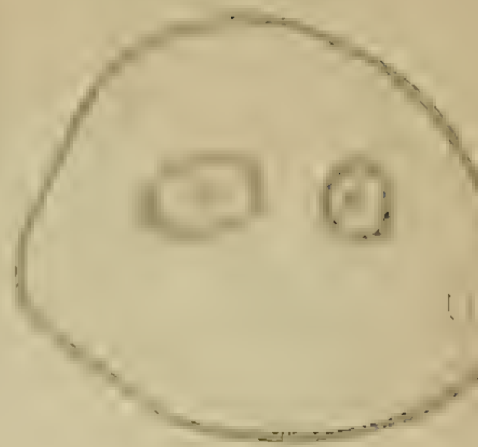


Fig. 19

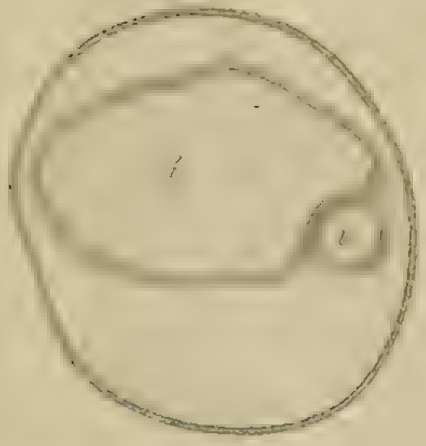


Fig. 20

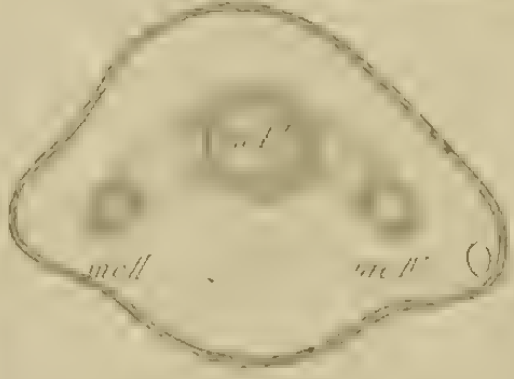


Fig. 21

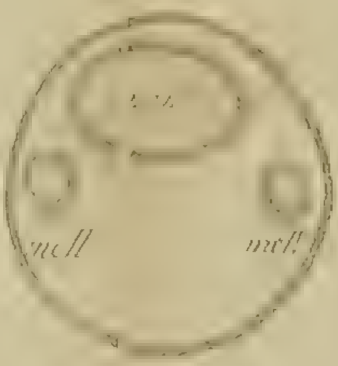


Fig. 22

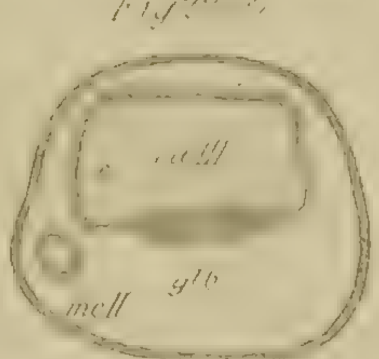

mc III
mc II
g

Fig. 23

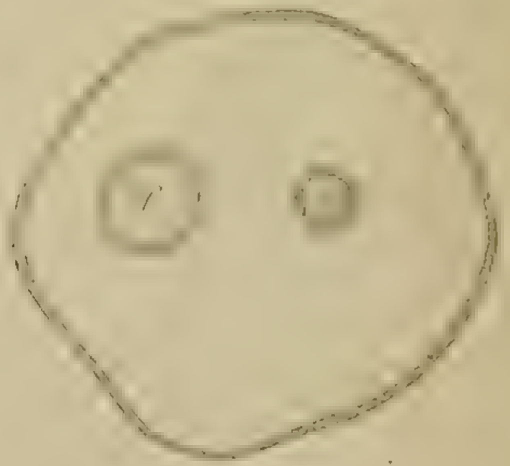


Fig. 24

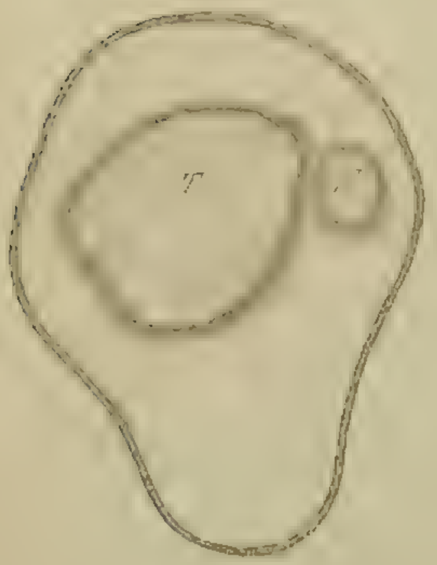


Fig. 25

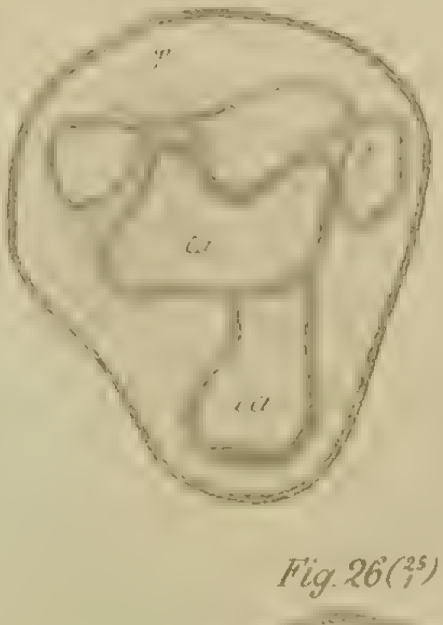


Fig. 26 ($\frac{25}{1}$)

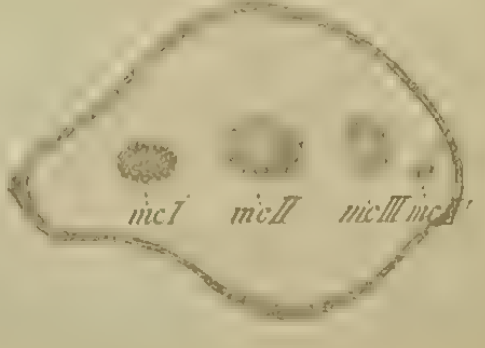

mc I
mc II
mc III
mc IV

Fig. 27

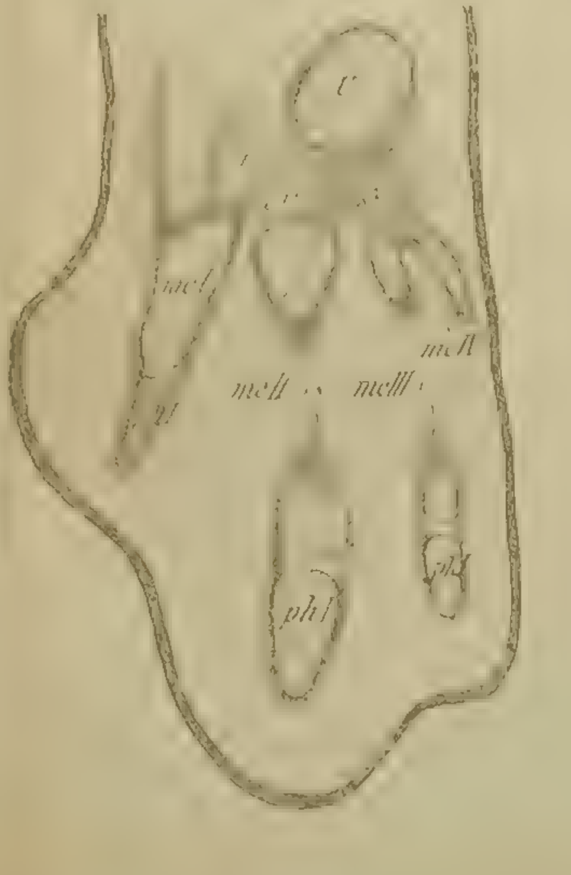
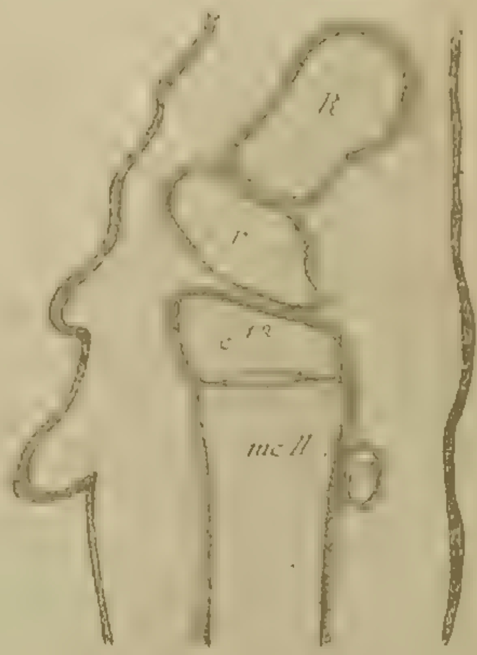
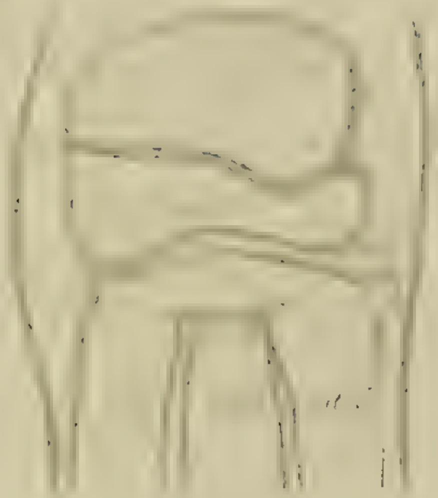
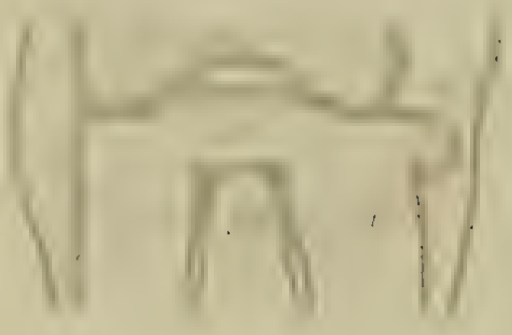

mc I
mc II
mc II
mc III
ph I
ph I

Fig. 28







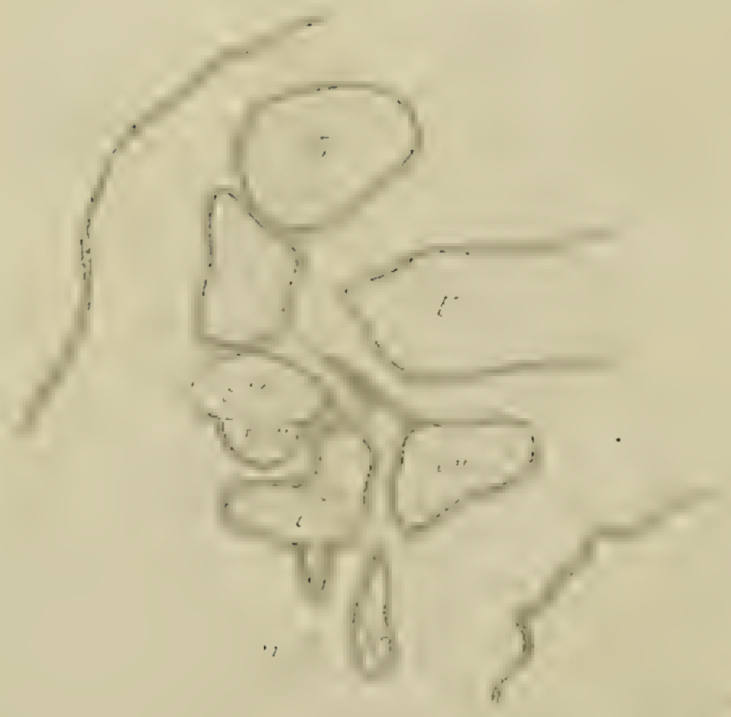
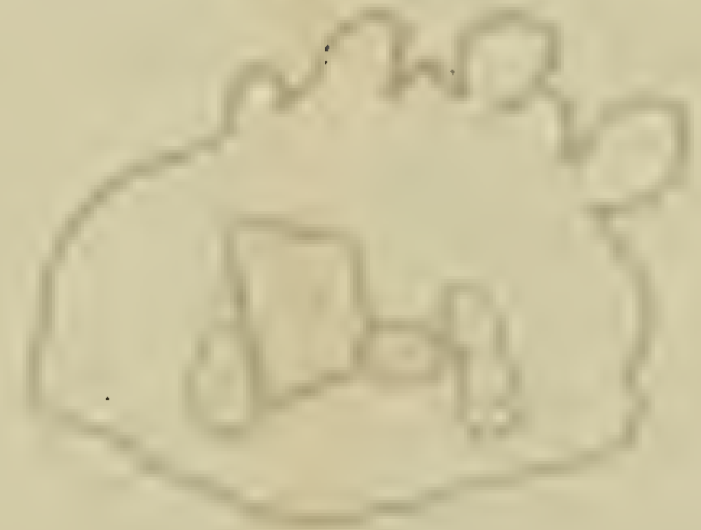


Fig. 33 ($\frac{25}{1}$)



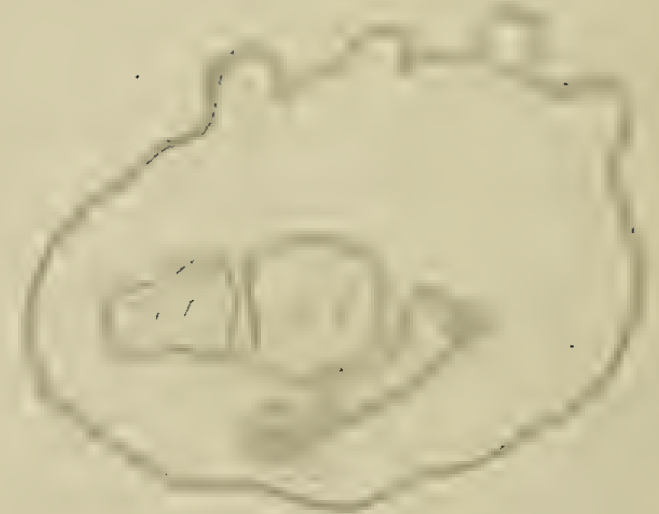


Fig. 44 ($\frac{35}{1}$)

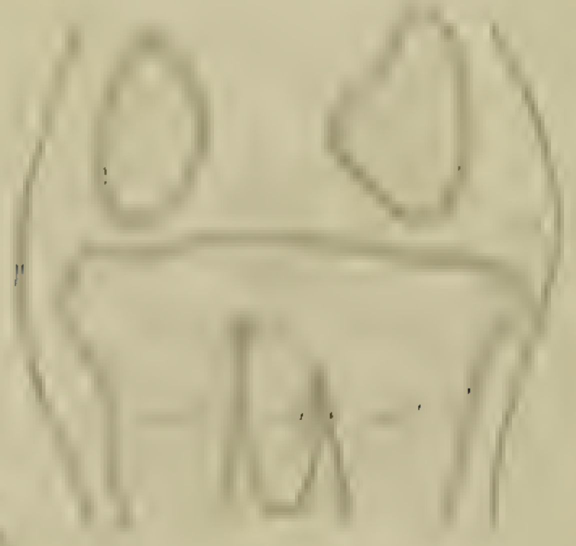


Fig. 35 ($\frac{25}{1}$)

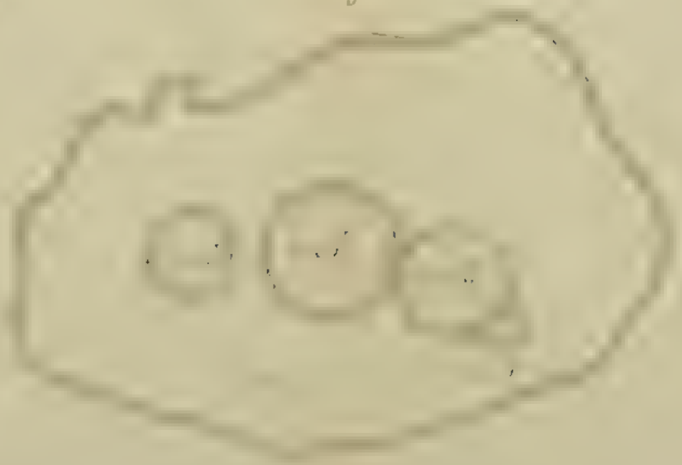


Fig. 36 ($\frac{15}{1}$)

[illegible]

Zur Entwickelung der Gastropoda Opisthobranchia

von

Dr. **Paul Langerhans,**
Prosector und Privatdocent in Freiburg.

Mit Tafel VIII.

I.

Acera bullata Zool. Dan.

Die Eier von Acera bullata fanden sich im August und September vorigen Jahres in grosser Menge im Hafen von Arendal, Norwegen. Sie werden in langen, aufgeknäueiten Schnüren gelegt, die sich von denen der Aplysia guttata [1]) nur dadurch unterscheiden, dass ein etwas grösserer Raum zwischen den einzelnen Eiern von der Gallerte der Schnur eingenommen wird. In jedem Ei befindet sich nur ein Dotter, der kurze Zeit, nachdem dasselbe gelegt ist, sein gleichmässiges Aussehen verliert und in einem kleineren Abschnitt feiner granulirt und grau gefärbt, in dem grösseren dagegen grob granulirt und gelb erscheint (Fig. 1) Unmittelbar darauf folgt eine Abschnürung des kleineren Theiles von dem grösseren; die erste Furchungskugel hat sich damit in zwei Zellen von verschiedener Grösse und Farbe getheilt (Fig. 2). Jede dieser Zellen theilt sich alsbald noch einmal, und zwar in zwei gleiche Hälften (Fig. 3); dann aber bleiben die beiden grossen gelben Zellen vollkommen passiv, während die kleinen grauen durch lebhafte Theilung einen Zellhaufen liefern (Fig. 4), welcher im Laufe des zweiten und dritten Tages die inactiven Zellen umwächst, sie mit einem einschichtigen Epithel überzieht, und nur an der Stelle, wo ursprünglich die beiden ersten kleinen Zellen lagen, deutlich mehr-

---

1) Sars. Wiegmann's Archiv 1840.

schichtig bleibt. Nach Vollendung dieser Umwachsung beginnen an einer Seite der mehrschichtigen Stelle zwei Epithelzellen eine eigenthümliche Differenzirung; sie wachsen unter Verlust der trübenden Dotterkörner über ihre Nachbarzellen hinaus und ragen bald als zwei kleine vollkommen helle Hügel über den gleichmässigen Contour des Embryo hervor (Fig. 8 und Fig. 5 *a*); das erste Auftreten dieser auffallenden und, wie wir später sehen werden, wahrscheinlich sehr weit verbreiteten Zellen fällt auf den vierten Tag nach begonnener Furchung. Sie nehmen in den ersten Tagen ihrer Existenz rasch an Grösse zu, und, während Anfangs ein Kern deutlich in ihnen sichtbar ist, lässt sich ein solcher später mit Sicherheit nicht mehr nachweisen; dafür treten einige mattglänzende Kugeln in ihnen auf, welche eine centrale Zone von einer vollkommen homogenen Randzone sondern (Fig. 9 und 10). Auf diesem Grade der Ausbildung bleiben die Zellen stehen und lassen sich so noch an den ausschlüpfenden Larven wahrnehmen. Wimpercilien tragen sie niemals. Auf ihre Lage werden wir unten zurückkommen.

An demselben Tage entsteht an einer unsren Zellen fast diametral entgegengesetzten Stelle das erste kleine Büschel von Cilien; unter ihnen bemerkt man in sehr geringer Ausdehnung eine Wucherung des Epithels (Fig. 5 *v*). Nur an den beiden Puncten, an welchen wir mehrschichtiges Epithel beobachteten, bleibt die äussere Zellenlage mit den beiden, noch immer passiv im Centrum liegenden gelben Zellen in Verbindung; an allen übrigen hebt sie sich von ihnen ab, und der helle, Anfangs capillare Raum zwischen beiden Zellarten ist der erste Beginn der Leibeshöhle. Von der Betheiligung einer Furchungshöhle an ihrer Bildung ist also hier keine Rede. — Am fünften Tage tritt auf der den beiden hellen Epithelzellen gegenüberliegenden Seite des grösseren mehrschichtigen Zellhaufens die erste Anlage einer Schale auf (Fig. 6 *s*), während auf der anderen Seite jener Zellen die Furche sich entwickelt, welche den Vordertheil des Embryo vom hinteren sondert. — In den beiden folgenden Tagen vertieft sich diese Furche und die centralen Zellen ziehen sich mehr und mehr von der Epithelschicht zurück, um nur an den beiden angeführten Stellen mit ihr in Verbindung zu bleiben, und zwar dadurch, dass von ihnen aus Zellstränge ins Innere wuchern, welche, wie es scheint, schon am 7. Tage sich mit einander vereinen. Ein sicheres Urtheil darüber zu gewinnen, war wegen der Undurchsichtigkeit des Epithels nicht möglich; Aufhellung durch Glycerin aber gestattet wenigstens soweit einen Einblick in die Gestaltung des Inneren, dass sich eine relative Exactheit der Beobachtung erlangen lässt. Am siebenten Tage treten ausserdem neben dem vom ersten Cilienbüschel ausgehenden Zellstrang zwei kleine, kugelige Bläschen vorstellende

Zellhäufchen auf, die Anlagen der Gehörorgane (Fig. 7 *ot*). Am folgenden Tage erscheint auf der den beiden hellen Epithelzellen zugewandten Seite des Vorderkörpers ein operculum (Fig. 7 *op*) und zu beiden Seiten des eben genannten Zellstranges beginnen die vela sich auszubilden (Fig. 7 *v* und *v'*). Am neunten Tage sind die beiden centripetalen Zellstränge deutlich hohl geworden; sie vereinen sich im Inneren in einem kugeligen Abschnitt, dem Magen, der aus den, den Centralzellen angelagerten Theilen der epithelialen Stränge hervorgegangen zu sein scheint. Damit ist denn der Darm in seinen Hauptzügen angelegt; der oesophagus zeigt dieselben Beziehungen zu den Wimpersegeln, wie bei allen verwandten Schnecken, der Enddarm mündet zwischen den beiden hellen Epithelzellen aus, wie dies auf Fig. 9 von einem etwas älteren Empryo dargestellt ist. Neben ihm zeigt sich am neunten Tage auf der dem oesophagus abgewandten Seite ein neues Bläschen, aus dem ein rundlicher Körper neben dem After hervorgeht, den zuerst Lovén [1]) erwähnt und als Geschlechtsorgan bezeichnet. — Die weitere Entwickelung der vela, des Fusses, der Schale und des Darmes schliesst sich so vollständig an die Verhältnisse bei Elysia viridis [2]) an, dass es überflüssig wäre, sie detailirt zu beschreiben. Um den fünfzehnten Tag herum, also relativ spät, tritt in den Bläschen im Fusse ein zuerst kleiner und wandständiger Otolith auf, der sehr schnell seine bleibende Grösse erreicht. Die centralen, gelben Zellen nehmen an Masse ab, und werden, wie bei den Heteropoden, zur Leber, die dem Magen anliegt. Neben dem oesophagus endlich erscheint gegen das Ende des Embryonallebens jederseits ein Haufen von rundlichen Zellen, an den sich einige einzeln liegende Zellen von demselben Aussehen anschliessen (Fig. 12). Von diesen entwickelt sich eine zu einem mehrzelligen Häufchen (Fig. 13), in dem central eine Anfangs ganz unbedeutende Pigmentablagerung stattfindet (Fig. 14). Im Laufe eines Tages ist diese zu einer Halbkugelschale von zwei bis drei Pigmentkörnchen Dicke angewachsen (Fig. 15), in der am folgenden Morgen eine Linse auftritt (Fig. 16). Diese wächst um ein Geringes, das Pigment mehrt sich noch ein wenig nnd damit ist das höchste Entwickelungsstadium ausgebildet, welches das Auge auch der ausgeschlüpften Larve erreicht (Fig. 17). Die beiden Schlundknoten haben sich mittlerweile durch einen Zellstrang in Verbindung gesetzt.

In diesem Stadium schlüpft die Larve aus, um sich in der Gefangenschaft nicht weiter zu entwickeln.

Sie ist fast vollkommen so gebaut, wie die bekannten Larvenformen der Nudibranchier, deren erste vollkommene Schilderung von Lovén [1] bis auf geringe Abweichungen auch für sie passt. Der Darmkanal beginnt mit dem zungenlosen Munde zwischen den Wimpersegeln, geht in einen weiten Magen über, dem einerseits die Leber, andrerseits ein Blindsack anliegt und wendet sich mit seinem längeren, knieförmig gebogenen Endstück, an dem einzelne Zellen buckelförmig prominiren (Fig. 27 *pa*) zu den beiden hellen Zellen, um zwischen ihnen auszumünden. Neben dem Enddarm liegen hart am Rande der structurlosen Schale die beiden zuerst von Lovén beschriebenen runden Körper, von denen der eine, dessen Anlage wir schon am neunten Tage gesehen hatten, und den auch Reid [2] abbildet, eine Zusammensetzung aus einzelnen keilförmigen Abschnitten zeigt (Fig. 11), die eine helle Randschicht und ein mit dunkel glänzenden Tropfen gefülltes Lumen besitzen. In einem Falle konnte ich eine Entleerung dieser Tropfen bei einem dem Ausschlüpfen sehr nahen Embryo beobachten, und bin deshalb geneigt, das Organ eher für ein der Excretion dienendes, als für einen Theil des Geschlechtsapparates zu halten. — Der rundliche Körper auf der andern Seite des Enddarmes besteht aus grossen hellen Zellen; von ihm aus zieht über den Darm hin ein Anfangs einfacher, später sich gabelig theilender Strang, der sich mit einer Ausläuferreichen, der Magenwand anliegenden Zelle verbindet: (cf. Fig. 27 *n*) die erste Spur eines peripheren Nervensystems. Vielleicht dürfte der Körper am Enddarm, von dem aus dieser Nerv anscheinend seinen Ursprung nimmt, für ein Ganglion zu halten sein. — Das centrale Nervensystem mit dem Auge haben wir schon oben zu seiner Entwickelungshöhe verfolgt. Ohr, Schale und Lokomotionsorgane zeigen nichts bemerkenswerthes. Endlich finden sich noch zwei Blasen, welche etwa den doppelten Durchmesser besitzen, wie die Gehörorgane und einander entsprechend am Rücken des Thieres unmittelbar unter der Schale lagern; sie haben eine zellige Wand mit grossem Lumen, in dem einige gelbglänzende Concretionen liegen (Fig. 11 *b*) und zeigen lebhafte Wimperung; ihre Bedeutung ist mir unklar geblieben.

---

[1]) Isis 1842.

[2]) C. Vogt. Annales des sciences naturelles 1846.

II.

Doris sp.?

Von einer grösseren Zahl von Eierschnüren und Massen, welche ich im Frühjahr d. J. in Capri untersuchte, bot ein gelbes Spiralband das vollkommen die Form der Eischnur von Doris muricata [1]) besass die hellsten Zellen dar, und erschien somit für die Verfolgung der Entwickelung am geeignetsten. Es stellte sich nun zwar heraus, dass es nicht von dieser Species herrühre; indess die characteristische Form gestattet wohl, dasselbe der Gattung Doris zuzutheilen. Die Furchungsstadien vor der Maulbeerform des Embryo wurden nicht beobachtet, diese selbst bestand aus Zellen von gleicher Grösse, deren periphere Schichten sich bald durch etwas geringere Opacität von den centralen unterschieden. Am folgenden Tage begann jene eigenthümliche Ausstülpung der centralen Zellen, wie sie Carl Vogt bei Elysia viridis beschrieben hat; sie lief ganz in derselben Weise ab, mit dem Unterschied, dass nach 24 Stunden die längliche Spalte sich zu einer runden Oeffnung geschlossen hatte, welche in eine kleine Höhlung führt. Diese Oeffnung (Fig. 18, 19, 20, 21, 22) konnte ich fast in allen ferneren Stadien wahrnehmen, und habe somit keinen Grund einen Verschluss derselben mit sekundärer Neubildung anzunehmen, wie dies Vogt bei der Elysia that. An demselben Tage, an dem die Bildung des Mundes vollendet ist, sprossen, und zwar genau in der Richtung der Längsachse der Spalte, dieselben beiden Zellen an der Peripherie hervor (Fig. 21 *a*), welche wir oben bei Acera bullata kennen gelernt haben. Nach zwei Tagen hat sich der den Mund des Embryo umgebende Theil verbreitert, mit Cilien besetzt (Fig. 22) und durch eine Furche vom Hinterkörper abgehoben. Zugleich bemerkte man im Inneren des Leibes deutlich einen Strang von dunklen Zellen, der die Mundöffnung mit den beiden hellen Epithelzellen verbindet. Die weitere Entwickelung weicht nur in wenigen Puncten von der der Elysia ab. Die hellen Epithelzellen haben sich schon an dem genannten Tage wesentlich in ihrer Längsachse weiter entwickelt, und zerfallen deutlich in einen peripheren, kugelig prominirenden Abschnitt und einen centralen welcher die Epithellage durchsetzt um sich an das Ende des Darmzellenstranges anzulegen (Fig. 22 *a* und *b*). Jm Laufe des folgenden Tages zieht sich der centrale Abschnitt mächtig in die Länge (Fig. 23), um in den beiden nächsten Tagen auch in der Breite zuzunehmen (Fig. 24). Damit haben sich denn zwei grosse helle Blasen aus ihm entwickelt, an denen die peripheren Abschnitte unsrer Zellen nur unbedeutende Anhänge darstellen, obwohl in ihnen jetzt dieselben dunkleren Kugeln auftreten, wie bei der Acera (Fig. 10). Während die hellen Blasen constant innerhalb der bereits gebildeten Schale liegen, prominiren die peripheren Kugeln aussen an derselben (Fig. 25), und der

---

[1] l. c.

[2] Annals and Magazines etc. 1846.

---

[1]) Sars, Wiegmann's Archiv 1840.

Enddarm lässt sich nur bis zur oberen Grenze der hellen Blasen verfolgen (Fig. 26). Neben diesen tritt gegen das Ende des Embryonallebens dasselbe Organ auf, das wir bei Acera als Excretionsorgan genauer besprochen haben (Fig. 26 *r*), nur besteht die centrale Partie der einzelnen Abschnitte desselben statt aus Fetttropfen aus rundlichen Zellen. Endlich am oesophagus sah ich kurz vor dem Ausschlüpfen zum ersten Male die Zellhaufen des Centralnervensystemes. Die bei Acera erwähnten Blasen mit Concretionen konnten nicht beobachtet werden; ihnen scheint ein rundlicher Zellhaufen zu entsprechen, dessen Elemente je einen gelbglänzenden Tropfen enthalten (Fig. 26 *t*). In diesem Stadium schlüpfen die Embryonen aus.

III.

Aeolis peregrina.

Die ersten Entwickelungsstadien der Aeolis peregrina sind von Keferstein und Ehlers [1]) beschrieben worden; sie stimmen im Wesentlichen mit denen von Elysia viridis überein, nur gestatten die sehr dunklen Furchungskugeln keine genaue Einsicht in die Processe im Innern des Embryonalleibes. Ich habe mich begnügt das Auftreten unsrer hellen Zellen auch hier zu constatiren. Diese sind sehr klein, schwer zu sehen, zeigen nicht jene eigenartige Entwickelung, wie bei der besprochenen Doris, und sind an der ausgeschlüpften Larve nicht mehr wieder zu finden. Im Uebrigen ist diese Larve für eingehende histologische Untersuchung ein günstiges Object, sie lässt den Darmtractus, namentlich den Hohlraum in der Leber, sowie die beiden Organe an seinem Ende ausserordentlich deutlich beobachten. Während der kleinere dieser Körper auch hier mit dem Nervenstamme zusammen zu hängen scheint (Fig. 27), besteht das Excretionsorgan aus schönen, hellen Zellen ohne die Differenzirung einzelner Abschnitte. Centralnervensystem und Auge zeigen genau dasselbe Bild, wie bei Acera.

Von den drei untersuchten Arten gehört nur die erste zur Gruppe der Tectibranchier, während die beiden andern als Nudibranchier derjenigen Abtheilung der Hinterkiemer angehören, deren Entwickelung am meisten bearbeitet und am genauesten bekannt ist, dieselben schliessen sich denn auch fast in allen Puncten den Entwickelungsreihen an, die wir von Phylirrhoe bucephalum [1], Elysia viridis [2], Tergipes Edwardsii [3] und lancinulatus [4], Aeolis peregrina [5], Aeolidia bodocensis, [6] Dendronotus Ascanii [7], Doris bilamellata [8] und Muricata [9] besitzen. Die Maulbeerform des Embryo besteht, wenn auch während der Furchung vorübergehende Grössendifferenzen vorkommen, aus Zellen derselben Grösse, und macht darauf jene eigenthümliche Ausstülpung durch, wie sie ausser bei Elysia viridis auch bei Phylirrhoe bucephalum, Aeolis peregrina und Tergipis lancinulatus beobachtet ist. Wesentlich anders verhält sich Acera bullata; ihr maulbeer-förmiger Embryo besteht aus Zellen verschiedener Grösse, und die Bildung des Darmes geht durch centripetale Wucherung von Epithelzellensträngen hervor. Bei der einzigen anderen entwickelungsgeschichtlich studirten Art aus der Gruppe der Tectibranchier Aplysia depilans ist die Furchung eine ähnliche, wie aus van Beneden's [10] Abbildung und der Arbeit von A. Stuart hervorgeht, und die Entwickelung des Darmes scheint, wenn ich den letztgenannten Autor recht verstehe, in derselben Weise vor sich zu gehen. Es wäre voreilig aus so beschränktem Material allgemeine Schlüsse zu ziehen, aber immerhin ist es nicht unmöglich, dass der hier beobachtete Typus der Entwickelung in weiterer Verbreitung bei den Tectibranchiern vorkommt und diese sich somit mehr an die Heteropoden [11] und die wenigen Presobranchier [12] deren Furchung genauer bekannt ist, anschliessen. Die Larven aller drei Arten stimmen mit denen der andern Hinterkiemer im Wesentlichen überein. Die homogene Schale, die reiche Entwickelung der vela und der Mangel von Herz und Kiemen sind die Characteristika all' dieser Larven, die sich dadurch von den Heteropoden nicht unterscheiden, aber scharf von den Prosobranchiern trennen lassen, bei denen die vela nie jene Entwickelung erlangen, die Schale oft eine Struktur besitzt, und stets entweder Herz oder Kiemen oder beides vorhanden ist. Dieser Umstand spricht sehr für die Ansicht von Carl Vogt, dass die Vela die Functionen der Athmung und Circulation besitzen; haben letztere ein eigenes Organ, so müssen die Segel Reductionen erleiden.

---

[1]) Zoologische Beiträge etc. Leipzig 1861.

---

[1] Schneider. Müller's Archiv 1858.

[2] l. c.

[3] Nordmann. Mémoires présentés à l'Academie de St. Petersbourg 1845.

[4] Max Schultze. Wiegmann's Archiv 1849.

[5] Stuart. Zeitschrift für Zoologie 1865.

[6] Sars. Wiegmann's Archiv 1837 und 1840.

[7] ebenda.

[8] Reid. Annals and Magazines 1846.

[9] Sars l. c.

[10] Annales des sciences nat. 1844.

[11] Gegenbaur. Pteropoden und Heteropoden. Leipzig 1855.

[12] Vermetus v. Lacaze-Duthiers. Annales des sciences nat. 1860 und J. Müller Entoconcha mirabilis. »Synapta dig. toto etc.« Berlin 1852.

Interessant ist die frühe Sonderung der activen Zellen von den passiven schon innerhalb der ersten Furchungskugel von Acera bullata. Einen gleichen Vorgang habe ich in Capri an einem dunkelrothen Schneckenei beobachtet, das in einer kleinen Kapsel von organischer Substanz, deren Gestalt die eines abgestutzten Kegels mit sehr geringer Höhe war, an Algen und Steinen sich fand. Die Zahl der gefundenen Kapseln, in deren jeder etwa zwanzig Eier ohne eigene Eihaut lagen, war leider zu gering, um eine weitere Verfolgung der Entwickelung zu gestatten; desto prägnanter war die Farbendifferenz welche schon während der ersten Abschnürung zwischen der kleinen grauen und der grossen dunkelrothen Zelle zu erkennen war. Die weitere Furchung lief genau so ab, wie bei der Acera.

Die zwei hellen Epithelzellen, die wir bei allen drei Arten nach Ablauf der Furchung sich differenziren sahen, und welche, bei aller Differenz ihrer weiteren Schicksale, doch darin übereinstimmten, dass sie die spätere Lage des Afters anzeigen, habe ich ausserdem noch bei einer anderen Doris sp.? in Capri und bei einer hufeisenförmigen Eischnur, vielleicht von einer Aeolis, in Arendal beobachtet. Sie mögen also wohl eine weitere Verbreitung haben; der Limnaea stagnalis scheinen sie zu fehlen. In der Literatur finde ich nur zweimal Bemerkungen, die mir auf ähnliche Gebilde bezogen werden zu müssen scheinen.

Nordmann, l. c. pag. 575 und Taf. II Fig. 22 und 23, beschreibt eine helle, am 4. Entwickelungstage auftretende Blase, welche über den Contour des Embryo prominire; er identificirt sie irrthümlicherweise mit den später von F. Müller [1]) s. g. Richtungsbläschen, welche aber nicht nur viel früher auftreten sondern als Dottertropfen sich sehr scharf von den Epithelzellen unterscheiden. Solche »Richtungsbläschen« finden sich auch bei unseren drei Arten fast stets in wechselnder Menge. — Ausserdem spricht Stuart [2]) von »den zwei constanten Richtungsbläschen« ohne sich weiter über ihr Wesen zu äussern.

Endlich muss ich auf die Differenz aufmerksam machen, welche hinsichtlich der Entwickelung des Centralnervensystemes zwischen meinen und den früheren Untersuchungen besteht. Bei den meisten Hinterkiemern kommt es, wie auch bei unserer Doris, zu gar keiner Entwickelung des Auges während der Zeit, welche der Embryo im Ei verlebt. Nur bei Phylirrhoe bucephalum, Tergipes Edwardsii und lancinulatus ist ein Auge beschrieben worden; indess das Centralnervensystem wurde stets erst später beobachtet, so dass LEYDIG [1] diese Reihenfolge der Entwickelung sogar als feststehenden Satz aussprach. Schon die Arbeiten über Vermetus [2] und Ampullaria [3] polita zeigten ein früheres Auftreten des Centralnervensystemes, und bei unseren drei Arten ist dies zweifellos. Trotzdem erscheint dasselbe immer noch recht spät und wenn ich auch bei den lebhaften Bewegungen des Embryo und der reichen Entwickelung von Organen sein Auftreten einige Tage lang hätte übersehen können, so glaube ich doch bei der acera dasselbe bis zum 16. Tage bestimmt ausschliessen zu können — also bis lange nach der Anlegung des Gehörorganes. Die Entwickelung des Auges zeigt nicht unwichtige Abweichungen von den Beobachtungen LEYDIG'S [4], GEGENBAUR'S [5] und SEMPER'S, stimmt indess mit den beiden ersteren darin überein, dass die Linse in einer Zelle und zwar wahrscheinlich vom Kerne aus, entsteht. Das Pigment scheint sich in derselben Zelle zu bilden.

---

[1]) Wiegmann's Archiv 1848.

[2]) l. c. pag. 98.

Freiburg im Juni 1872.

---

1) Poludina divi para. Z. für Zoologie, II, 138.

2) l. c.

3) C. SEMPER. Natuurkundige Verhandelingen. Utrecht 1862 I. 2.

4) l. c. pag. 140.

5) l. c. pag. 123, 129.

Erklärung der Figuren.

Figg. 1—10, 11—17. Acera bullata.
Figg. 10, 18—26. Doris *sp.*?
Fig. 27. Aeolis peregrina.
Figg. 1 und 2. Erster Tag der Furchung, 3 zweiter, 4 dritter.
Fig. 5. Vierter Tag. Umwachsung vollendet, *a* helle Epithelien. *v* erste Cilien.
Fig. 6. Fünfter Tag. *s* Schale.
Fig. 7. Achter Tag. *op* Operculum, *ot* Gehörblasen.
Fig. 8. Erstes Auftreten der hellen Epithelien am 4. Tage $^{650}/_{1}$.
Fig. 9. Ihr Aussehen kurz vor dem Ausschlüpfen. *l* Lumen des Enddarmes. $^{1000}/_{1}$.
Fig. 10. Dasselbe von Doris *sp.*?
Fig. 11. *a* Excretionsorgan von Acera, *b* andere Blase und Concretionen.
Figg. 12 und 13. Centralnervensystem von Acera, einige Tage vor dem Ausschlüpfen. *m* Muskeln.
Figg. 14—17. Auge von derselben, mit je einem Tage Zwischenraum 14 bis 16 $^{650}/_{1}$, 17 $^{1000}/_{1}$.
Figg. 18—21. Mundbildung bei der Doris *sp.*? $^{400}/_{1}$.
Fig. 21. *a* helle Epithelien.
Fig. 22. Dieselben in 2 Abschnitte (*a* und *b*) differenzirt. Anlage des Darmes.
Figg. 23—25. Weiterentwickelung der hellen Zellen.
Fig. 26. Doris kurz vor dem Ausschlüpfen:
cer Nervensystem.
r Excretionsorgan.
pa Buckelförmig hervorragende Zellen am Darme.
t Blase mit gefärbten Tropfen.
y Helle Blasen.
Fig. 27. Enddarm und anliegende Organe von Aeolis peregrina.
s Schalenecke, an der das Operculum artikulirt.
r Excretionsorgan.
n Nervenstamm.
m Verästelte Zelle auf dem Magen.
pa Buckelförmig hervorragende Zellen am Darme.

Untersuchungen über den Bau der Taenien

von

Dr. Hinrich Nitsche,
Privatdocent an der Universität Leipzig.

Hierzu Tafel IX.

Die auf den folgenden Seiten niedergelegten Untersuchungen wurden angeregt durch einige Beobachtungen, welche zufällig bei der zu Vorlesungszwecken unternommenen Herstellung von Cestodenquerschnitten gemacht wurden. Dass dieselben kein abgeschlossenes Ganze bilden ist mir sehr wohl bewusst, doch wird vielleicht der Umstand, dass die feineren Structur-Verhältnisse der »Taenienköpfe« noch ziemlich unbekannt und die Schwierigkeiten, gutes Material zur Untersuchung sich zu verschaffen, gross sind, der mangelnden Abrundung zur Entschuldigung dienen können.

Zunächst wende ich mich zur Besprechung des Baues des sogenannten Rostellums, dem einige Bemerkungen über die Musculatur und das Gefässsystem der Taenien angeschlossen werden sollen.

Dass derjenige Theil des Scolex, welcher den Hakenkranz trägt, in Form eines Rüssels vorstreckbar ist, ist lange bekannt. Diese vorstreckbare, in der Mitte der vier Saugnäpfe gelegene Partie des »Kopfes« wurde daher von den alten Helminthologen »Rostellum« getauft. Ausserdem kann man sich aber leicht überzeugen, dass die Haken auch selbst beweglich sind; allerdings nicht jeder für sich, sondern nur in ihrer Gesammtheit. In welcher Art und Weise aber die Bewegungen der Haken vor sich gehen, ist bis jetzt wenig untersucht worden. Die einzigen mir bekannten hierauf bezüglichen Bemerkungen rühren von Leuckart her.

Derselbe sagt pag. 63 seiner Blasenbandwürmer in der Anmerkung 3: »Die Bewegung der Taenienhaken hängt von den Contractionszuständen des Rostellums ab auf dessen vorderem Rande die Haken in der Haut befestigt sind. Das Rostellum der Taenien bildet nämlich überall einen hohlen mit kräftigen Muskelwandungen versehenen Bulbus, der bald wie bei den Blasenbandwürmern eine linsenförmige, bald auch eine keulenförmige oder cylindrische Gestalt hat, im Inneren dieses Bulbus ist eine helle oder auch (wie z. B. bei Taenia paradoxa) körnige Flüssigkeit enthalten, die durch die Contraction der Muskelwandungen nach dieser oder jener Richtung hin bewegt wird und durch ihre verschiedene Vertheilung dem Bulbus selbst ein wechselndes Aussehen giebt. Zieht sich bei Taenia serrata z. B. die hintere Partie des Bulbus zusammen, so wölbt sich die vordere Fläche, die dann ihrerseits auf die Wurzelfortsätze der Haken drückt und diese emporhebt. Eine unmittelbare Folge davon ist die, dass sich die Spitze der Sichel aus ihrer früheren mehr oder weniger senkrechten Stellung nach abwärts bewegt. Bei der umgekehrten Contraction wirkt der Druck des Rostellums auf den Zahnfortsatz, die Sichel richtet sich wiederum empor und wird dabei gewöhnlich in eine sich gleichzeitig bildende ringförmige Hautfalte eingeschlossen. In solcher Weise verhält es sich bei den Taenien mit linsenförmigem Rostellum. Hat das Rostellum eine cylindrische Gestalt, wie bei T. parodoxa, dann ist der Effect ein etwas anderer. Im Ruhezustande sind hier die Haken nicht aufgerichtet sondern gesenkt.

Sie erheben sich sobald das Rostellum sich durch die Contraction der hinteren Hälfte vorn aufbläht und eine keulenförmige Gestalt annimmt. Ein directer Zusammenhang der Haken mit dem Bulbus ist niemals zu beobachten. Die Haken ruhen gewissermassen auf dem Bulbus und werden nur durch die Haut festgehalten in die sie eingesenkt sind«.

Schematische Figuren Taf. II Figg. 2, 3, 4, 5 erläutern diese Darstellung, welche in treffendster Weise die frühere Ansicht beseitigt, dass die Haken der Taenien durch besondere an die Fortsätze derselben befestigte Muskeln bewegt würden.

Die allgemeinen Angaben dieser Notiz kann ich bestätigen, nur ist es mir mit Hülfe der Schnittmethode gelungen die Details des Baues des Bulbus näher zu erforschen und zu sehen, dass die Verhältnisse viel complicirter sind als Leuckart an Quetschpräparaten erkennen konnte; dass ferner der Bulbus nicht bei allen Taenien gleich, sondern vielmehr nach wenigstens zwei verschiedenen Typen gebaut ist.

Zur Untersuchung wurden benutzt einmal Taenia crassicollis der Katze, T. solium und mediocanellata, welche drei abgestufte Modificationen der ersten Bulbusform zeigen, andererseits Taenia undulata Rud. der Drossel, welche nicht nur in Bezug auf den Bulbus den zweiten Typus vertritt, sondern auch in ihrer Körpermusculatur gewaltige Abweichungen von dem Bau der obengenannten drei Blasenbandwürmer darbietet. Die Untersuchung wurde vorgenommen mit Hülfe von Quer- und Längsschnitten, welche von in absolutem Alkohol gehärteten und mit ammoniakalischer wässriger Carminlösung *in toto* gefärbten Exemplaren angefertigt worden waren. Die Schnitte wurden hergestellt mit Hülfe des von Dr. A. Brandt [1]) beschriebenen Mikrotoms, welches, sobald man nur irgend etwas welche Uebung in seiner Handhabung gewonnen hat, z. B. gestattet aus einem Kopfe von Taenia mediocanallata 38 Längsschnitte zu verfertigen ohne irgend welchen Substanzverlust. Zum Zwecke der Verarbeitung wurden die Taenienstücke nach der Färbung nochmals in absolutem Alkohol gehärtet, dann in Terpentinöl durchsichtig gemacht, in eine Mischung von Paraffin und Rindstalg eingegossen. Das Fett wurde von dem Schnitte durch Auswaschen mit Benzin entfernt und die Schnitte dann entweder direct in Damarfirniss eingeschlossen oder nach Verdrängung des Benzins durch absoluten Alkohol in Glycerin aufbewahrt. Zur Erkenntniss der Musculatur leistet übrigens eine nachträgliche nochmalige Färbung der Schnitte mit Haematoxylin wesentliche Dienste. Bei Bezeichnung der Richtung der Längsschnitte denke ich mir den Bandwurm auf seiner breiten Seite liegend und unterscheide dann horizontale und verticale Längsschnitte.

Ich beginne mit der Beschreibung des Rostellum von Taenia crassicollis (Figg. 1, 2, 4), welche an reichlich vorhandenem Material nicht allein am genauesten untersucht wurde, sondern auch die am höchsten entwickelte Bulbusform unter den untersuchten 3 Blasenbandwürmern zeigt. Das Rostellum von Taenia crassicollis kann weit vorgestreckt und wieder zurückgezogen werden, wie aber diese Vorstreckung erfolgt ist mir nicht ganz klar geworden. Wir sehen zeitweise den doppelten Hakenkranz in der Mitte der vier Saugnäpfe in gleicher Ebene mit dem Rande der letzteren liegen, bald sich auf einem in der Länge den Durchmesser eines Saugnapfes vielleicht noch um die Hälfte übertreffenden Rüssel über dieselben erheben. Dieser Rüssel ist übrigens kein besonderes Organ des Taenienkopfes, sondern geht direct ohne Begrenzung über in das Parenchym des übrigen Kopfes. Der Contractionszustand des Rüssels selbst ist aber ganz ohne Einfluss auf die Stellung der Haken, diese können sowohl auf dem eingezogenen wie auf dem ausgestreckten Rüssel ihre scharfe Spitze nach oben und aussen kehren (Horizontallängsschnitt Nr. 2), bald dieselbe nach unten und aussen wenden (verticaler Längsschnitt Fig. 1). Im ersteren Falle sind sie in eine Art Vertiefung der Rüsselspitze eingesenkt, im anderen Falle dagegen erscheint diese letztere als ein flach gewölbtes Knöpfchen, dessen Rand die Hakenspitzen in doppelter Reihe regelmässig umstehen. Die beiden Figuren 1 und 2 zeigen genau dieselbe Stellung der Haken, die Leuckart l. c. Tab. II Figg. 2 und 3 abgebildet hat und ich kann völlig bestätigen, dass die Stellung dieser Haken lediglich abhängt von dem Contractionszustande des muskulösen Bulbus dem sie aufsitzen. Dieser letztere stellt aber nicht eine hohle Blase dar, deren Wandung stark muskulös und deren Höhlung mit einer Flüssigkeit gefüllt ist, sondern vielmehr einen soliden im grossen und ganzen linsenförmigen Körper, der wiederum aus zwei getrennten Stücken besteht, dem elastischen Kissen (Fig. 1 und 2 *G*) und der eigentlichen Muskelschicht (Fig. 1 und 2 *H*). Ich beschreibe zunächst diese Gebilde im Zustande der Ruhe, d. h. wenn, wie auf dem Schnitt Fig. 2 die Muskelschicht erschlafft ist. Der Hakenkranz liegt in einer Vertiefung umgeben von einer mit besonderen Muskelfäden (*f*) versehenen Ringfalte. Die Haken sind tief eingebettet in die hier feinkörnige mit einigen Kernen versehene Subcuticularschicht und ragen nur mit ihren die Cuticula durchbohrenden Sicheln hervor. Der vordere Wurzelfortsatz liegt horizontal nach aussen, der hintere ist schräg nach innen und unten gerichtet. Die Wurzelfortsätze ruhen nun auf einem ihren Umrissen sich genau anschmiegenden scharf begrenzten linsenförmigen, an seiner oberen Fläche ausgehöhlten — unten convexen Körpers, — dem elastischen Kissen, das wir auf Schnitt 2 *G* im Querschnitt sehen. Dasselbe besteht aus ungemein feinen dicht verfilzten Fasern. Das Kissen selbst liegt auf einer muskulösen Schale (*H*) mit verdicktem Boden und scharfen Rändern (*h*), welche seitlich den Rand des Kissens umfassen und allmälig ohne bestimmte Grenze in die Subcuticularschicht an der Basis der Haken verlaufen. Gegen das Gewebe der Mittelschicht des Kopfes ist diese Muskelportion scharf abgegrenzt, desgleichen ist sie durch einen kleinen mit ganz feinkörniger Masse erfüllten Zwischenraum von dem Kissen getrennt. Sie besteht aus 5 oder 6 ohngefähr wie Tassenköpfe in einander geschichteten Muskelschichten welche selbst wieder aus sich verschiedenartig kreuzenden Muskelfasern bestehen.

---

[1]) Archiv f. mikrosk. Anatomie Vol. VII p. 173.

Ganz anders erscheinen dagegen die Verhältnisse des Bulbus auf dem verticalen Längsschnitt in Fig. 1, auf welchem wir die Muskelschicht des Bulbus contrahirt sehen. Hier ist die Spitze der Haken nach unten gerichtet, in der Stellung, in welcher sie den Scolex an der Darmwand fixiren nachdem derselbe seinen Rüssel bei der in Fig. 2

sichtbaren Hakenstellung in dieselbe eingebohrt hat. Jetzt liegen die Sicheln und hinteren Wurzelfortsätze der Haken beinahe horizontal, während die vorderen Wurzelfortsätze beinahe vertical nach unten gerichtet sind. Die Haken liegen aber nichts desto weniger ebenso wie bei der früher beschriebenen Ruhestellung genau dem Kissen (*G*) auf, dieses hat aber eine andere Gestalt angenommen, jetzt ist seine obere Fläche gewölbt die untere dagegen vertieft (Fig. 1 *G*).

Diese Veränderung der Gestalt des Kissens hängt lediglich ab von den durch die Contraction der Fasern hervorgebrachten Gestaltveränderungen der Muskelschicht (*H*) des Bulbus. Diese letztere erscheint nämlich jetzt nicht mehr in Form einer concav-convexen Schale, sondern als eine biconvexe Linse (*H*) von deren scharfen Rande eine feine Lamelle (*h*) in Form eines Cylindermandels nach oben ausgeht, die Seitentheile des Kissens umschliessend und in die Subcuticularschicht an der Basis der Haken sich verlierend. Dass diese Gestaltveränderung der Muskellage des Bulbus sehr gut aus dem Verlaufe der Muskelfasern sich erklären lässt, soll die nähere Beschreibung des Faserverlaufes später zeigen. Wenn wir vorläufig annehmen, dass wirklich durch eine Contraction die Muskelschicht des Bulbus aus der auf Fig. 2 gezeichneten Form in die auf Fig. 1 dargestellte übergehen kann, so kann man die Stellungsveränderung der Haken leicht erklären: die Haken ruhen mit ihren Wurzelfortsätzen auf einem linsenförmigen nicht muskulösen Kissen ohne mit ihm irgendwie verbunden zu sein. Sie sind lediglich in die Subcuticularschicht eingebettet. Diese Subcuticularschicht der Oberseite des Rostellum kann über dieses Kissen scharf angespannt werden durch die Wirkung einer in der Ruhe convex concaven Muskelschicht, welche unter dem Kissen liegt und deren sehnenartige scharfe Ränder um das Kissen herum in die Subcuticularschicht sich hineinerstrecken. Dadurch dass diese Muskelschicht sich contrahirt, verdickt sich der Boden der Muskelschale, wird biconvex und durch diese Gestaltänderung geht das zwischen der Muskelschicht, deren sehnige Endausbreitungen und die die Haken tragende Subcuticularschicht eingeklemmte Kissen aus seiner gewöhnlichen an der Oberseite vertieften Form in eine an der Oberseite gewölbte Form über. Hierdurch werden die hinteren Wurzelfortsätze der Haken gehoben, die vorderen dagegen zu gleicher Zeit gesenkt und durch die an ihrer Basis in der Subcuticularschicht verlaufenden sehnigen Ausbreitungen der Muskelschicht in dieser Stellung fixirt.

Der Ruhezustand des Bulbus ist auf Fig. 2 dargestellt, der contrahirte auf Fig. 1. Der letztere geht in den ersteren einfach dadurch über, dass die Muskellage erschlafft, wobei das Kissen vermöge seiner Elasticität wieder die ursprüngliche Gestalt annimmt. Das Kissen ist also nur passiv nicht activ an der Bewegung der Haken betheiligt. Es regelt und ordnet lediglich die Richtung des Zuges den die Musculatur ausübt ohne selbst einen Zug hervorzubringen.

Die feinere Structur des Kissens ist ziemlich complicirt. Dasselbe ist nach aussen begrenzt von einer festen structurlosen Membran; seine eigentliche Masse besteht 1) aus 2 Systemen sich kreuzender Fasern, 2) aus körniger Substanz und 3) aus Zellen resp. Kernen. Die Anordnung der feinen keine weitere Structur zeigenden Fasern, die bei weitem den Hauptbestandtheil des ganzen Kissens ausmachen, ist auf Fig. 1 und 2 deutlich zu sehen. Zunächst erkennt man (Fig. 1 *d*) Fasern, welche von der oberen gewölbten Fläche des Kissens, den Seitenflächen desselben parallel, gerade nach der unteren vertieften Fläche verlaufen. Dieselben durchsetzen die ganze Dicke des Kissens. Ich nenne sie die Verticalfasern. Ausserdem erkennt man aber leicht noch ein zweites Fasersystem, welches das eben beschriebene unter rechtem Winkel kreuzt, sich aber nur in der unteren von den Haken abgewandten Hälfte vorfindet (Fig. 1 und Fig. 4 *a*). Diese letztern — ich nenne sie Radialfasern — entspringen von dem Mittelpuncte der Unterseite und laufen radial gegen die untere Hälfte der Seitenfläche des Kissens. Sie sind aber nicht einfach gerade sondern zeigen eine Sförmige Krümmung wie man auf Fig. 4 deutlich sehen kann. Auffallend ist, dass auch die Basen der dem Kissen aufliegenden Haken nicht ganz gerade, sondern in ähnlicher, wenn auch schwacher Weise Sförmig gekrümmt sind, wie die eben beschriebenen Fasern.

In der Mitte der Unterfläche des Kissens bleibt ein kleiner von Fasern freier Raum (*c*) der mit einer feinkörnigen Substanz erfüllt ist. Auf feinen Querschnitten erkennt man ausserdem noch kleine Gruppen von Zellen (Fig. 1 und 2 *b*), welche nicht weit von den Seitenflächen des Kissens den Radialfasern dicht aufliegen. Sie bilden, wie man sich auf Längsschnittsuiten leicht überzeugen kann, eine ringförmige Zone parallel den Seitenflächen des Kissens. Kleinere Zellen resp. Kerne von ovaler Gestalt mit deutlichem Kernkörperchen sind zwischen die Verticalfasern in grosser Menge eingestreut. So sind die Fasern in dem Kissen angeordnet wenn die Muskelschicht des Bulbus contrahirt ist. Ist letztere dagegen durch die Erschlaffung der Muskelschicht in ihrer Ruhelage, dann erscheinen die Verticalfasern nicht ganz gerade, sondern vielmehr ein wenig gekrümmt (Fig. 2 *d*), die Convexität der Krümmung ist gegen die Seitenfläche des Bulbus gewendet. Während der Faserverlauf im Kissen sehr leicht zu verstehen ist, sind dagegen die Fasern der Muskellage höchst complicirt angeordnet. Zunächst erkennt man leicht auf Längsschnitten, dass die ganze Muskellage aus fünf bis sechs über einander liegenden Schichten besteht, die wie Tassenköpfe in einander geschichtet sind. Auf der Schnittfläche einer jeden solchen Muskelschicht erscheinen die Fasern ohngefähr in der Weise angeordnet, wie der nebenstehende schematische Holzschnitt (Fig. 1) es zeigt: Von den oberen and unteren Rändern einer jeden Schicht laufen kurze Faserstücken schräg nach der Mitte zu und enden hier wo sie von dem Schnitte getroffen worden sind. An der oberen und unteren Fläche jeder Muskelschicht haben wir es also überall mit 2 Systemen sich kreuzender Fasern zu thun, während wir in der Mitte die Querschnitte der Fasern erkennen; übrigens scheint es als wenn mitunter Fasern aus einer Muskelschicht in die nächstobere oder untere übertreten.

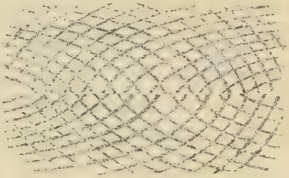


Fig. 1.

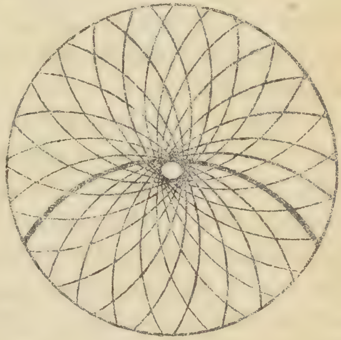


Fig. 2.

Schematische Darstellung des Verlaufes der Fasern in der Muskelschicht des Bulbus.

Auf Querschnitten des Taenienkopfes, auf denen natürlicher Weise der Querschnitt der Muskellage des Bulbus als ein Kreis erscheint, erkennen wir leicht, dass wir es mit Fasern zu thun haben, welche von der Peripherie des Kreises ausgehend, nach seiner Mitte zu bogenförmig verlaufen und dann wieder nach der Peripherie zurückkehren. Die Fasern sind meist etwas geschlängelt. Schematisch und besonders abgesehen von der Schlängelung kann man den Verlauf der Fasern ohngefähr so darstellen, wie in dem nebenstehenden Holzschnitt Fig. 2., in welchem eine Faser besonders stark hervorgehoben ist, um den Verlauf der Einzelfaser zu zeigen. Mit diesem Schema lässt sich auch das Schema des Längsschnittes sehr gut vereinigen unter der einfachen Voraussetzung, dass die Fasern, wie dies ja auch in Wahrheit ist, nicht wie in Figur 2 gezeichnet sämmtlich in einer Ebene liegen, sondern dass mehrere Faserschichten der eben angedeuteten Art sich schräg durchkreuzend verschlingen.

Auch die Formveränderung der Muskellage des Bulbus lässt sich leicht bei dieser Faseranordnung begreifen. Es liegen die grössere Anzahl von Muskelfasern in der Mitte jeder Muskelscheibe über einander gepackt. Es ist in Folge dessen schon in der Ruhelage die Mitte jeder Muskelscheibe dicker als die peripherische Zone, welche sich in die sehnige, das Kissen umfassende Randausbreitung ausdehnt. Die gleichzeitige Contraction aller Muskelfasern muss nun einmal eine weitere Verdickung der Mitte einer jeden Muskelschicht hervorbringen und zu gleicher Zeit eine gleichmässige Verkleinerung der Peripherie der ganzen Muskellage des Bulbus. Die Muskelschale Fig. 2 *H* geht in die Muskellinse von kleinerer Peripherie Fig. 4 *H* über und es wird zugleich der für die Stellungsänderung der Haken nothwendige Zug, der durch das elastische Kissen geregelt wird, hervorgebracht. Eine einfache radiale Anordnung der Fasern, wie man sie anfänglich vermuthen könnte, würde nicht hinreichen um die Formveränderungen des Bulbus zu erklären, es könnte bei derselben stets nur eine Verkleinerung der Peripherie der Muskelscheibe, niemals aber eine Verdickung der Mitte der Scheibe hervorgebracht werden.

Etwas abweichend ist der Bulbus bei Taenia Solium gebaut. Auch hier haben wir es mit einem Kissen und einer Muskelschicht zu thun, letztere ist aber nicht so scharf von dem Parenchym des Kopfes abgesetzt, wie bei Taenia crassicollis und auch das Kissen zeigt eine in Einzelheiten abweichende Structur. Als Untersuchungsmaterial standen mir zwei Köpfe zu Gebote, welche ich der Freundlichkeit des Herrn Professor Claus verdanke. Bei beiden war das Rostellum weit hervorgestreckt und die Haken waren aus ihren Taschen herausgefallen: Ein Beweis dafür, dass die Köpfe, ehe sie in Spiritus gebracht wurden, bereits ein wenig macerirt waren, indessen waren die Gewebe, besonders desjenigen Kopfes, von welchem der abgebildete Schnitt herstammt (Fig. 5), im übrigen gut erhalten.

Dass der Rüssel wirklich weit vorgestreckt ist, erkennen wir auf Figur 5 daran, dass der Bulbus soweit über die Saugnäpfe, von denen man einen im Schnitte bei *D* erkennt, hervorragt. *F'* sind die sogenannten Hakentaschen, d. h. die Höhlungen, die durch das Herausfallen der Haken entstanden sind. In der Mitte des Rostellum liegt die Subcuticularschicht und die Cuticula nicht wie bei dem darübergezeichneten Schnitt von Taenia crassicollis dem Bulbus glatt auf, sondern bildet eine kleine Erhöhung; mit *E* sind die Querschnitte der hier, wie auch bei Taenia crassicollis und bei T. mediocanellata, um den Bulbus einen Kranz bildenden Gefässe bezeichnet. Auch hier haben wir wie schon gesagt ein elastisches Polster *G*, das nach aussen durch eine homogene Membran scharf abgegrenzt ist, und im Innern zwei sich durchkreuzende Fasersysteme zeigt, entsprechend den beiden bei T. crassicollis beschriebenen Verticalfasern *d* und Radialfasern *a*; indessen sind die Radialfasern viel schwächer ausgebildet bei dem Menschen- als bei dem Katzenbandwurme. Die Verticalfasern zeichnen sich dadurch aus, dass sie an dem Ende, mit welchem sie an der oberen Fläche des Kissens beginnen, etwas verdickt sind. Zwischen ihnen finden sich eine grosse Anzahl von grossen ovalen hellen Zellen (*b*) (vielleicht nur Kerne?) eingebettet, und zwar sind diese so angeordnet, dass die Längsachse derselben parallel läuft den Verticalfasern. Am deutlichsten und zahlreichsten sind diese Gebilde an der Oberseite des Kissens. Die Muskelschicht des Bulbus ist bei meinen Exemplaren nicht so scharf abgegrenzt gegen das Körperparenchym, als bei T. crassicollis. Es kann dies aber vielleicht in dem Erhaltungs- und Contractionszustande meiner Exemplare liegen. Wenigstens spricht hierfür der Umstand, dass bei einem von mir geschnittenen weniger gut erhaltenen Exemplare von T. crassicollis, bei dem der Rüssel ebenfalls sehr weit vorgestreckt war, die Muskelschicht auch nicht so deutlich abgegrenzt erschien, als bei den ganz gut conservirten stark contrahirten Exemplaren von denen die abgebildeten Schnitte angefertigt wurden. Auch zeichnet P. J. van Beneden[1]) bei T. solium auf Quetschpräparaten einen deutlich begrenzten zweischichtigen Bulbus. Es sind dies die besten Abbildungen des Bulbus eines Blasenbandwurmes die ich kenne. Indessen kann man auch auf meinen Präparaten deutliche, in ähnlicher Weise wie die Muskelschalen der Taenia crassicollis angeordnete und bei *h* in die zwischen den Haken befindliche Subcuticularschicht verlaufende Muskelfasern (*H*) erkennen. Ausserdem kann man ferner Querschnitte von Muskelfasern sehen — bei *h'* auf Fig. 5 als dunklere Kreise eingetragen — welche die Richtung der erst beschriebenen Muskelfasern kreuzen.

Bei Taenia mediocanellata[2]) (Fig. 6 Verticalschnitt) ist der Bulbus, entsprechend der grossen Reduction des Hakenkranzes, ebenfalls beinahe ganz verschwunden. Die Stelle des Hakenkranzes vertritt bekanntlich, wie Leuckart, der auch das rudimendäre Rostellum bei dieser Species zuerst erkannte, nachwies[3]), ein Kranz kleiner Spitzen, entsprechend der Anlage des Hakenkranzes bei den Finnen der übrigen Blasenbandwürmer. Dieser Kranz kleiner chitinöser Spitzen, von denen eine bei *f* gezeichnet ist, liegt in einer schlüsselartigen Vertiefung der Mitte des Kopfes, welche mitunter als ein fünfter Saugnapf angesprochen worden ist. Es kann hierdurch aber nur eine allgemeine Formähnlichkeit bezeichnet werden. Einem wirklichen Saugnapfe ist diese kleine Vertiefung keineswegs homolog. Die für die Saugnäpfe so characteristische Fig. 2 und 7 *D* gezeichnete Musculatur fehlt derselben gänzlich. Unter dieser kleinen Vertiefung liegt nun der rudimentäre Bulbus, bestehend aus einem kleinen elastischen Kissen *G*, das aus vielfach verfilzten gröberen Fasern besteht und einer darunter liegenden nicht scharf gegen das Parenchym abgegrenzten Muskelschicht *H*. Die Fasern dieser Muskelschicht werden durchkreuzt von den letzten Ausläufern der inneren Längsmuskeln *C'* der Kette, welche gegen das Kissen zu convergiren und es endlich ein wenig umfassen. *E* bezeichnet den Querschnitt des Gefässkranzes im Kopfe.

---

[1]) Iconographie des Helminthes ou des vers parasites de l'homme. Vers cestoides Taf. I Fig. 3 und 4.

[2]) Ich verdanke die beiden von mir untersuchten Exemplare der Freundlichkeit des Herrn Professor Zürn und des Herrn Modelleur Weisker.

[3]) Menschliche Parasiten p. 409.

Somit könnte man denn die drei, bei den drei beschriebenen Blasenbandwürmern vorkommenden, Bulbusformen auf ein gemeinsames Schema reduciren.

Ganz abweichend ist dagegen das Rostellum bei Taenia undulata Rudolphi gebaut. Der beinahe verticale Längsschnitt Fig. 7 lässt dies auf das deutlichste erkennen. Es besteht hier das Rostellum aus zwei, zwischen den 4 Saugnäpfen *(D)* in das Körperparenchym eingesenkten, in einander geschachtelten musculösen Säcken *H* und *G*, von denen jeder mit einer deutlichen äusseren Längs- und einer inneren Ringmuskelschicht versehen ist. Natürlicher Weise erscheinen die Längsmuskeln auf dem Schnitte als Fasern, während man von den Ringmuskeln nur die Querschnitte erkennt. Der äussere Muskelsack, dessen Musculatur bei *J* aufhört, ist vorn durch ein nicht musculöses, der Hautschicht des Taenienkörpers zugehörendes, auf der Figur eine Falte bildendes Diaphragma *(i)* geschlossen. Dasselbe setzt sich unmittelbar in die Hautschicht des oberen Theiles des zweiten, den Hakenkranz tragenden inneren musculösen Sackes fort. Derselbe wird durch dieses Diaphragma im Centrum der Oeffnung des äusseren Sackes fixirt. Die Ringmuskelfasern sind am dichtesten und stärksten in der Mitte der Längsausdehnung des Sackes. Der Zwischenraum zwischen der Innenseite des äusseren Sackes und der Aussenseite des inneren ist erfüllt mit einer feinkörnigen Bindegewebsmasse *(h)*, in der eine grosse Anzahl deutlicher ovaler Kerne eingebettet sind. Ausserdem ist dieser Raum durchsetzt von einer grossen Anzahl von Muskelbündeln (*c c'*), welche den inneren Muskelsack, den eigentlichen Bulbus, gegen den äusseren Sack bewegen können.

Es sind dies übrigens keine selbständigen Muskeln, sondern lediglich die Enden der Körpermuskeln. Wie die Langsmuskeln bei T. undulata angeordnet, kann man leicht durch Vergleichung des Längsschnittes Fig. 7 mit dem Querschnitte Fig. 8 erkennen. Wir haben es mit einem Kreise äusserer *(C)* und einem Kreise innerer Längsmuskelbündel *(C')* zu thun. Diese sind nicht so dicht an einander gedrängt, wie dies z. B. bei Taenia crassicollis der Fall ist, sondern sie laufen getrennt neben einander her. Am Vorderende der Taenienkette convergiren diese Muskelbündel nun sämmtlich gegen die Längsachse des Thieres und inseriren sich (Fig. 7) theils an der äusseren Fläche des äusseren Muskelsackes, theils geben sie — besonders die äusseren Bündel — Stränge ab, die als Retractoren der Saugnäpfe fungiren, theils treten sie aber auch durch den äusseren Längsmuskelsack hindurch und bilden die Retractoren des Bulbus *(c')*. Ausserdem finden wir aber auch noch kurze Protractoren, oder wenn man lieber will Fixatoren des Bulbus, welche im Parenchym des Kopftheiles entspringend *(c'')* durch den äusseren Muskelsack hindurchtreten und sich zugleich mit den Retractoren an dem Bulbus dicht unter dem Diaphragma inseriren *(c)*. Der Bulbus hat ohngefähr die Gestalt des Langbleies eines Zündnadelgewehres. Derselbe zeigt nach aussen eine homogene Grenzmembran, die sich dicht unter dem Ende der Haken ringförmig verdickt und hier eine geschichtete Structur zeigt *(x)*. Dadurch wird die Muskelschicht des Sackes an dieser Stelle eingeschnürt und es entsteht auf dem Längsschnitt eine pilzförmige Figur. Da wo diese Einschnürung sich findet sind die Ringmuskelfasern am stärksten, beinahe plattenförmig, entwickelt, am schwächsten sind dieselben an dem oberen und unteren (oder wenn man lieber will vorderen und hinteren) Ende des Bulbus. Die obere Fläche des Muskelsackes des Bulbus lässt in ihrer Mitte die Ringfasern gänzlich vermissen *(K)* und zeigt auch noch eine Ringfurche. Im Inneren des Bulbus findet sich eine beinahe homogene Bindesubstanz, in welche viele deutliche ovale Kerne eingestreut sind. Um diese Kerne herum liegt stets feinkörnige Masse und Fäden dieser feinkörnigen Masse verbinden diese Kernterritorien mit einander zu einem deutlichen Netzwerke. Ausserdem sind aber auch noch Muskelfasern *(d)* vorhanden, welche von der Innenseite der Muskelschicht an der oberen Fläche der durch die Verdickung der äusseren Lamelle gebildeten Falte entspringen und nach innen und oben an das Dach des inneren Muskelsackes verlaufen. Dem Dache des Muskelsackes liegt nach oben eine feste homogene Bindegewebsschicht auf, in deren Centrum sich *(b)* eine grosse Menge deutlicher dicht zusammengedrängter ovaler Kerne vorfindet. Dieser festen Bindegewebsmasse liegen nun die Haken *(F)* in derselben Weise auf, wie die Haken der Taenia crassicollis dem elastischen Kissen, aber es ist diese Bindegewebsmasse nicht so scharf gegen die sie überlagernde Subcuticularschicht abgegrenzt, wie bei letzterem Thiere. Die Art und Weise wie dieser Apparat wirkt, scheint mir aus den eben mitgetheilten anatomischen Thatsachen ziemlich klar erschlossen werden zu können. Der Rüssel ist zurückgezogen in dem abgebildeten Schnitte. Soll der Rüssel vorgestreckt werden, in der Art wie wir ihn z. B. bei Görze: Versuch einer Naturgeschichte der Eingeweidewürmer Tab. XXXI. *A* Fig. 7 abgebildet finden [1]), so wird der äussere Muskelsack sich contrahiren und den inneren, den eigentlichen Bulbus, nach vorn treiben, wobei natürlich die Falte des Diaphragmas ausgeglichen werden wird. Ein Zurückziehen des Rüssels wird dadurch möglich, dass zugleich mit der Erschlaffung des äusseren Sackes die Retractoren *(c')* in Wirksamkeit treten. Die Protractoren *c* werden einmal die Wirkung der Contraction des äusseren Muskelsackes unterstützen, andererseits aber auch sicherlich zur Fixirung des Bulbus dienen.

Der innere Muskelsack des Bulbus dient ausschliesslich zur Bewegung der Haken, welche übrigens höchst wahrscheinlich keine so ausgiebigen Bewegungen zu machen vermögen, als die Haken der eigentlichen Blasenbandwürmer. Die Bewegung kommt wahrscheinlich hier in derselben Weise zu Stande, wie Leuckart dies für Taenia paradoxa ausgeführt hat. Eine Contraction des hinteren Theiles des Bulbussackes wird, indem sie das Bindegewebe nach vorn drängt, das Dach desselben wölben und also die Spitze der Haken nach unten führen. Eine Erschlaffung dieser Musculatur, verbunden mit einer Contraction der Muskelfasern *d*, wird wiederum eine Hebung der Hakenspitzen zur Folge haben.

Höchst beachtenswerth erscheint mir, dass sämmtliche drei von mir untersuchten echten Blasenbandwürmer (Cysticae Leuck.) im grossen und ganzen in der Bildung des Bulbus übereinstimmen, während der einzige von mir untersuchte gewöhnliche Bandwurm (Cystoideae Leuck.) eine ganz abweichende Bildung des Rüssels zeigt. Weitere Untersuchungen werden vielleicht ergeben, dass wir in der Bildung des Rüssels ein weiteres Moment haben, um die beiden eben erwähnten, schon durch ihre Entwickelungsgeschichte, Lebensweise der Jugendzustände und Bau der Geschlechtsorgane characterisirten und mir höchst natürlich scheinenden Gruppen, noch schärfer gegen einander abzugrenzen.

Interessant war es mir ferner zu erkennen, dass die beiden am genauesten von mir untersuchten Repräsentanten der beiden Abtheilungen der Cysticae und Cystoideae, Taenia crassicollis und Taenia undulata auch in der Anordnung der Körpermusculatur starke Verschiedenheiten zeigen. Dass solche Verschiedenheiten bei den Cestoden vorkommen, ist schon durch LEUCKART und besonders durch SCHNEIDER [1]) nachgewiesen worden; es beziehen sich diese Nachweise aber nur auf weit von einander getrennte Cestodengruppen, so bei SCHNEIDER auf Taenia und auf Ligula. Die von mir beobachteten Verschiedenheiten finden sich aber zwischen Repräsentanten eines und desselben sogenannten Genus, also bei sicherlich viel näher verwandten Formen. Ich beschränke mich hier übrigens lediglich auf die Darstellung der Anordnung der Längs- und der Quermuskeln, da mir die Verhältnisse der Dorsoventral, *alias* Sagittalfasern nicht recht klar geworden sind, besonders nicht die, wie mir scheint oftmals vorhandene Verbindung derselben mit den Enden der in der Subcuticularschicht so häufig vorkommenden von Rindfleisch [2]) beschriebenen spindelförmigen Zellen. Ueberhaupt ist die Histologie der Taenien einer Umarbeitung dringend bedürftig.

---

[1]) Ich möchte übrigens darauf aufmerksam machen, dass Görze die beiden in einander geschachtelten Muskelsäcke in dieser Figur ganz richtig dargestellt hat, und den äusseren Sack das Futeral des Rüssels nennt.

Die einfachsten Verhältnisse finden sich, wie schon oben gesagt, bei Taenia undulata. Hier haben wir es zunächst unterhalb der Cuticula mit einem nur auf Querschnitten deutlichen System von ungemein feinen Ringmuskelfasern in einfacher Schicht zu thun (Fig. 7 *a*). Deutliche innere Quermuskeln (SCHNEIDER), auch Ringmuskeln (LEUCKART) genannt, habe ich niemals entdecken können, höchtens schwache Andeutungen davon (Fig. 8 *C''*). Dagegen ist die Längsmusculatur gut ausgebildet und besteht aus zwei, deutlich durch einen Zwischenraum getrennten, Systemen von Längsfasern. Diese Längsfasern liegen in Bündeln zusammen, in der äusseren Längsmuskelschicht *(C)* jedes Bündel gewöhnlich für sich, in der inneren *(C')* dagegen mehrere Bündel zusammengruppirt, ohne aber durch eine gemeinsame Membran etwa zu besonderen Muskeln zusammengehalten zu werden (Fig. 9). Die Muskelbündel der äusseren Schicht haben einen mehr länglichen Querschnitt die der inneren einen mehr rundlichen. Die Querschnitte jeder einzelnen Faser lassen eine scharfe äussere Contour erkennen und die äussere Schicht zeigt ein von dem Centrum der Faser differentes optisches Verhalten. Bei einer gewissen Einstellung des Mikroskopes erscheint das Centrum dunkel, der Rand hell, ändert man die Einstellung ein klein wenig, so kehrt sich dieses Verhältniss um. Ich erwähne dies hier, weil ich gefunden habe, dass an ganz feinen Querschnitten von Ligula (Fig. 10), ganz ebenso wie bei den Hirudineen an den Längsmuskelfasern *(a)*, eine deutliche feste homogene stark lichtbrechende Rindenschicht von einer inneren feinkörnigen Marksubstanz unterschieden werden kann. Indessen ist die Marksubstanz weniger stark entwickelt als bei den Hirudineen: die Rindenschicht überwiegt. —

---

[1]) Monographie der Nematoden p. 334 Taf. XVIII Fig. 8 und 9.

[2]) MAX SCHULTZE's Archiv. Vol. I pag. 138.

Viel complicirter sind die Verhältnisse bei Taenia crassicollis. Am besten kann man die Anordnung der Muskelfasern erkennen auf Querschnitten von jungen Proglottiden. Fig. 3 stellt einen solchen dicht hinter den Saugnäpfen angefertigten Schnitt dar.

Hier haben wir es auch zunächst unter der Cuticula mit einer ganz feinen einfachen Ringfaserschicht zu thun. Dieselbe ist so zart, dass ich sie auf keiner der in verhältnissmässig kleinem Massstabe ausgeführten Figuren ohne gröbliche Uebertreibung hätte eintragen können. Ich habe sie daher einfach weggelassen. Hierauf folgt eingebettet zwischen die spindelförmigen Zellen der Subcuticularschicht eine äussere Längsmuskelschicht *(C)*, die Fasern derselben sind sehr zart aber auf Querschnitten ganz deutlich zu erkennen. Sie verhalten sich auch gegen Färbemittel genau wie die stärkeren Fasern der inneren Längsmuskelschicht *(C')*, welche eine sehr bedeutende Dicke erreicht. Getrennt sind beide Schichten durch einen ziemlich weiten Zwischenraum, in welchem die zwischen den Fasern der Muskelschichten beinahe ganz fehlenden Kalkkörperchen ziemlich reichlich vorhanden sind. Die Fasern bilden keine zusammenhängende Schicht, sondern liegen in kleinen Bündeln zusammen. Diese Bündel werden von einander getrennt durch die sich zwischen sie einschiebenden Dorsoventralfasern, die sich häufig kreuzen und verflechten. An den Seitenrändern der Proglottiden sind sie auch noch eingeengt durch die zwischen sie sich einschiebenden Fasern der Quermuskellage. Ich sage Quermuskellage, denn ich habe niemals erkennen können, dass wir es in derselben mit wirklich ringförmig verlaufenden Fasern zu thun haben. Diese Lage besteht vielmehr aus zwei Schichten von Muskelfasern, eine nach oben, die andere nach unten von der parenchymatösen »Mittelschicht« in der Querrichtung der Proglottide verlaufend (Fig. III *C''*), an den Rändern gehen die Fasern der beiden Schichten nicht in einander über, sondern strahlen fächerförmig gegen die Peripherie des Seitenrandes aus, hierbei kreuzen sich die der Mittelschicht zunächst liegenden Fasern. In dem Winkel den diese Fasern bilden liegen die Seitengefässe und die beiden grösseren der später zu besprechenden spongiösen Stränge. Zwischen die peripherischen Ausläufer der Quermuskeln schieben sich, wie schon gesagt, Längsmuskelbündel der inneren Schicht ein. Nach innen von der Quermuskelschicht liegen in der Randzone der Mittelschicht besonders viel Kalkkörperchen. Das Centrum der Mittelschicht ist davon frei. Auch diese Unterschiede in der Musculatur werden vielleicht später einmal bei der Aufstellung eines natürlichen Systems der Taenien Berücksichtigung finden können.

Es sei mir ferner gestattet, einige Bemerkungen anzuknüpfen über ein zuerst von **Sommer** und **Landois** bei Bothriocephalus latus beschriebenes Organ, das ich auch bei allen von mir untersuchten Taenien wiedergefunden habe. Diese Forscher berichten [1]) in Betreff der Seitengefässe, sie hätten in den jungen Gliedern von Bothriocephalus stets ebenso wie **Böttcher** jederseits zwei Seitengefässe gefunden, von denen das innere stärker und schärfer begrenzt erschien als das äussere, welches stets verwischte Grenzen hatte und mit einer feinpunctirten Masse erfüllt war. Dagegen konnten sie in den geschlechtsreifen Gliedern nur ein Seitengefäss entdecken als Fortsetzung des äusseren der jungen Glieder. An Querschnitten gut erhärteter Glieder zeigte dasselbe in seinem Inneren einen spongiösen Bau, war von einem Netzwerk äusserst feiner Bälkchen und Blättchen ausgefüllt und nach aussen gegen das Körperparenchym nur schwach abgegrenzt. Ich möchte mir nun die Vermuthung erlauben, dass dieses letztere, aus den geschlechtsreifen Gliedern beschriebene Seitengefäss, nicht wirklich die Fortsetzung des äusseren Seitengefässes der jungen Glieder ist, sondern ein eigenthümliches, bis jetzt allen Forschern entgangenes Organ. Auch bei Taenia crassicollis und Taenia undulata, sowie bei Taenia mediocannelata, kann man nämlich auf Querschnitten in der Nähe der Seitengefässe in den erwachsenen Proglottiden die Querschnitte eines Organes erkennen, das genau denselben spongiösen Bau zeigt, den **Landois** (loco citato Taf. VII Fig. 1 *K*) als dem äusseren allein persistirenden Seitengefässe von Bothriocephalus latus zukommend abbildet. Bei flüchtiger Betrachtung kann es nun auch hier leicht erscheinen, als habe man es mit dem Querschnitte des veränderten äusseren Seitengefässes zu thun, denn anfänglich erkennt man nach innen von diesem Organ nur ein Seitengefäss jederseits; bald aber überzeugt man sich dass dies das äussere Seitengefäss ist, indem an gefärbten Schnitten jedesmal auch noch ein Rest des allerdings sehr geschrumpften inneren Seitengefässes erkennbar bleibt als ein kleiner scharf begrenzter Punct, in dessen Umgebung eine grössere Menge der sonst meist einzeln im Parenchym zerstreuten Kerne angehäuft sind. Dass dies wirklich das Rudiment des inneren Seitengefässes ist, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man eine Reihe von Schnitten aus verschiedenen Stücken der Bandwurmkette mit einander vergleicht, und erkennt, dass auch das noch ganz intacte innere Seitengefäss sich stets durch die in seiner Umgebung stärker angehäuften Kerne auszeichnet. An Schnitten von ganz jungen Gliedern, z. B. von Taenia undulata, sieht man ferner, dass hier (Fig. 8) der spongiöse Strang *(x)* bereits zu einer Zeit besteht, wo noch beide Seitengefässe *(E* und *E')* deutlich zu erkennen sind und an Querschnitten von ganz jungen Proglottiden von Taenia crassicollis erkennt man sofort, dass dieses Organ nicht nur jederseits als ein Strang neben den jederseits deutlich in der Zweizahl vorhandenen Seitengefässen verläuft, sondern dass man im Ganzen **zehn** solcher Stränge auf dem Querschnitt unterscheiden kann. Diejenigen beiden Stränge (Fig. III x'), welche nach aussen von den beiden Seitengefässen verlaufen, sind die stärksten und am leichtesten in die Augen fallenden, an gefärbten Schnitten durch ihre Farblosigkeit. Sie liegen an der Stelle des Querschnittes, wo die dorsalen und ventralen Quermuskelfasern sich kreuzen. Nach oben und unten eines jeden von ihnen verlaufen in demselben verticalen Längsschnitt schwächere spongiöse Sträng (x'), zwischen zwei Ausstrahlungen der Quermuskeln eingeklemmt, im ganzen also vier Stränge mittlerer Dicke. Weiter gegen die Mitte des Gliedes zu nach aussen, dicht der Quermusculatur anliegend, finden wir denn rechts und links, oben und unten vier weitere noch schwächere spongiöse Stränge (x''). Auf Fig. 3 und 8 ist die Lage der Querschnitte dieser Stränge durch dunkele Puncte eingetragen. Bei genauem Suchen kann man alle zehn Stränge auch noch an geschlechtsreifen Gliedern erkennen. Diese Beobachtungen scheinen es mir wahrscheinlich, für die Taenien sogar gewiss zu machen, dass wir es in den von Sommer und Landois entdeckten spongiösen Strängen mit einem neuen bis jetzt übersehenen Organe des Cestodenleibes zu thun haben, über dessen Funktion ich mir übrigens bei dem Mangel jeglicher Anhaltspuncte in dieser Beziehung keinerlei Vermuthungen erlauben möchte.

---

[1]) Zeitschr. f. wiss. Zoolog. XXII p. 49.

Leipzig d. 23. August 1872.

Erklärung der Tafel IX.

Figg. 1—4 $^{51}/_{1}$. Taenia crassicollis Rud. aus dem Darm der Katze.

Fig. 1. Verticaler Längsschnitt durch den Kopf.

Fig. 2. Fast horizontaler Längsschnitt durch den Kopf.

Fig. 3. Querschnitt dicht unter dem Kopfe.

Fig. 4. Querschnitt durch den Kopf ohngefähr auf der Höhe der auf Fig. 1 angedeuteten feinen Linie x. Es ist nur die Hälfte der peripherischen Schichten gezeichnet.

A Cuticula. *B* Subcuticularschicht. *C* äussere Längsmuskeln. *C'* innere Längsmuskeln. *C''* Quermuskeln. *D* Saugnapf. *E* Gefässe. *F* Haken. *G* Elastisches Kissen des Bulbus. *H* Muskelschicht des Bulbus. *J* Ringfalte, welche die zurückgezogenen Haken umschliesst. x, x', x'' spongiöse Stränge. Die Erklärung der übrigen kleinen Buchstaben ist im Text enthalten.

Fig. 5 $^{145}/_{1}$. Taenia solium *L.* Fast vertikaler Längsschnitt durch den Kopf, indessen ist noch ein Stück Saugnapf mitgetroffen (*D*). Buchstaben wie in den vorigen Figuren.

Fig. 6 $^{51}/_{1}$. Taenia mediocanellata, ganz verticaler Längsschnitt durch den Kopf, *f* Chitinspitze, die ein Hakenrudiment darstellt. Sonst Buchstaben wie in den vorigen Figuren.

Figg. 7—9. Taenia undulata Rudolphi.

Fig. 7 $^{145}/_{1}$. Fast verticaler Längsschnitt durch den Kopf.

A Cuticula. *B* Subcuticularschicht des Rüsseldaches. *C* äussere Längsmuskeln. *C'* innere Längsmuskeln. *C''* Andeutungen der Quermuskeln. *D* Saugnapf. *F* Haken. *G* innerer Muskelsack des Bulbus. *H* äusserer Muskelsack des Bulbus. *J* Ringfalte, welche die Haken umgiebt, *a* äussere Ringmuskelschicht. *c* Fixatoren oder Protractoren des Bulbus. *c'* Retractoren des Bulbus. *i* Diaphragma, welches den äusseren Muskelsack vorn schliesst.

Fig. 8 $^{51}/_{1}$. Querschnitt durch eine junge Proglottide.

Buchstaben wie in Figur 3.

Fig. 9 $^{750}/_{1}$. Querschnitt einiger Längsmuskelbündel der inneren Schicht.

Fig. 10 $^{750}/_{1}$. Ligula sp? Stück eines feinen Querschnittes.

a Längsmuskelfasern. *b* Quermuskelfasern. *c* Dorsoventralfasern.

Ueber taube Bienen-Eier.

Von

Dr. **C. Claus**, und Dr. **C. v. Siebold**,
Prof. in Göttingen, Prof. in München.

Da das Vorkommen von tauben Bienen-Eiern eine Zeit lang von den berühmtesten Bienenzüchtern bezweifelt worden ist, sind die Beobachtungen über taube Bienen-Eier zuerst in den periodischen Bienenschriften zur Sprache gebracht worden. Es bietet indessen diese Erscheinung so viel allgemeines Interesse, dass es gerechtfertigt erscheint, die betreffenden Beobachtungen auch den Zoologen und Physiologen zur Kenntniss zu bringen.

Von den drei nachfolgenden Beobachtungen ist die erste und zweite Beobachtung dem »Bienenwirthschaftlichen Centralblatte« entnommen, welches in Hannover unter der Redaction des Herrn Pastor Kleine zu Lüethorst herausgegeben wird.

1. Taube Bienen-Eier von C. Claus beobachtet [1].

Mit der Lehre der Parthenogenese stellte Dzierzon folgerichtig auch die Behauptung auf, dass es taube, d. h. entwicklungsunfähige Bieneneier nicht gebe. Nichtsdestoweniger kamen doch vereinzelte Wahrnehmungen vor, die unleugbar auf taube Eier mussten schliessen lassen, ohne dass man die Ursache der Erscheinung wissenschaftlich zu ergründen überhaupt nur versucht hätte. Diese Lücke in der wissenschaftlichen Apistik auszufüllen, dazu hat der Vorstand des bienenwirthschaftlichen Vereins Landesbergen, welchem Herr Lehrer Hemme in Nienburg eine taube Eier legende italienische Königin zur Disposition gestellt hatte, eine geeignete Gelegenheit geboten, indem er dem Unterzeichneten diese Königin mit der Aufgabe zustellen liess, die wissenschaftliche Untersuchung derselben zu veranlassen. Der Sendung waren folgende Bemerkungen Herrn Hemme's vom 5. Oct. 1874 beigegeben:

---

[1] Vergl. Bienenwirthschaftliches Centralblatt, 7. Jahrgang 1871, pag. 180.

»Die Königin ist Mitte Mai geboren, hat die Eierlage anfangs Juni begonnen und in ausgedehnter Weise bis heute fortgesetzt, ohne dass je ein lebendiges Wesen (weder Arbeitsbiene noch Drohne) im Stocke geboren ist. Wäre die Königin in Folge des schlechten Wetters im Mai unbefruchtet geblieben, so hätten doch Drohnen aus den Eiern entstehen müssen.

»Die Königin ist bis vor sechs Wochen in einem stärkeren Volke gewesen, das nur alte Bienen hatte. Ich vermuthete, dass eine Vernachlässigung der Brut von Seiten der alten Bienen der Grund sei, dass die Eier sich nicht entwickelten und gab deshalb die Königin einem andern kleineren Volke, welches grösstentheils aus jungen Bienen bestand. Hier dieselbe Erscheinung wie im ersten Stocke. Die einem andern Stocke eingehängten Waben mit tauben Eiern wurden von den Bienen einige Tage lang belagert, darnach aber die Eier entfernt und von der Königin des Stockes mit Eiern neu besetzt. In einem Königin-Zuchtkästchen, dem ich ein Stück von einer mit tauben Eiern besetzten Wabe einfügte, wurde nach längerer Zeit der Versuch zur Anzucht von Königinnen gemacht, auch einige Drohnenzellen (Buckelbrut) kamen zum Vorschein. Ich vermuthe jedoch, dass inzwischen diese Eier von Arbeitsbienen gelegt worden sind.

»Bei fast jeder Auseinandernahme des Stocks tütete die Königin, als ob es eine Jungfer ihres Geschlechts wäre; dasselbe ist noch so eben bei der Verpackung des Kästchens der Fall gewesen.«

An wen sich Unterzeichneter mit der Bitte um Untersuchung der fraglichen Königin zu wenden habe, konnte nicht zweifelhaft sein, nachdem Professor Claus, dessen Arbeiten auf apistischem Gebiete, z. B. über Parthenogenese und Wachsbildung den Bienenzüchtern längst bekannt sind, auf dem Göttinger Vereinstage seine Mitwirkung für apistische Untersuchungen so zuvorkommend zugesichert hatte. Derselbe hat das an ihn gestellte Ersuchen auch in freundlichster Weise berücksichtigt und schon unterm 15. October in einer Rückantwort folgendes Resultat der vorgenommenen Untersuchung mitgetheilt.

»In Folge der näheren Untersuchung des mir zugesendeten interessanten Objects habe ich wenigstens soviel mit Sicherheit aufstellen können, dass die Ursache der Taubheit der Eier in der krankhaften Beschaffenheit der Ovarialröhren gelegen war. Leitungswege und Begattungstheile waren vollkommen normal, das Receptaculum seminis war strotzend mit beweglichen Samenfäden gefüllt. Dagegen zeigten die

Eiröhren, in Grösse und Zahl wohl kaum reducirt, eine partielle Degeneration des Inhalts. Einige wenige waren bis zur Einmündung in den Eierkelch sehr eng und ohne Auftreibungen der Fächer geblieben. Ihr Inhalt bestand aus Ballen einer käsigen gelben Masse. Die meisten freilich hatten die einzelnen Keimfächer zur Entwicklung gebracht, aber auch in diesen war die Dottersubstanz der Eianlagen degenerirt. Auch an grössern der Ablage nahen Eiern, deren Zahl eine sehr geringe war, wiederholte sich an einzelnen Stellen des Dotters dieselbe Erscheinung, ohne dass die durch das Epitel bewirkte Absonderung der Eihaut unterblieben wäre. Abgelegte Eier habe ich leider in den Waben des Transportkästchens nicht entdecken können, ich vermuthe jedoch, das solche die normale Form und Grösse besassen, während der Inhalt eine partielle Schrumpfung und Entartung der Dottersubstanz erfahren hatte.

»Mit diesen wenigen, sehr unbefriedigenden Mittheilungen müssen Sie Sich begnügen, leider war es mir unmöglich die Ursache der Degeneration des Dotters zu ergründen und somit die interessante Erscheinung zu erklären.«

Es dürfte wünschenswerth erscheinen, dass taubeierige Königinnen einer wiederholten Untersuchung unterworfen werden, weil so vielleicht die Ursache dieser Anomalie zu ermitteln steht, weshalb die verehrten Leser des Centralblattes ersucht werden, auf taubeierige Königinnen zu fahnden und sie eventuell einer geeigneten Untersuchung zu unterwerfen.

Da es für Herrn Professor Claus erwünscht sein würde, normale Königinnen in der jetzigen Jahreszeit auf die Structur der Eiröhren untersuchen zu können, so ergeht an alle Leser des Centralblattes, welche über überflüssige Königinnen zu verfügen haben, das freundliche Ersuchen, derartige überflüssige Königinnen entweder direct oder durch Vermittlung des Unterzeichneten an Herrn Professor Claus zu übersenden.

G. Kleine.

2. Taube Bienen-Eier von C. Claus beobachtet[1].

Ein günstiger Zufall hat es gefügt, dass unmittelbar nach der Untersuchung einer taubeierigen Königin durch Herrn Professor Claus, die wir dem Nienburg-Landesbergener Vereine verdankten, uns durch Herrn Teepe zu Bockroden bei Ibbenbühren eine zweite taube Eier legende Königin zur Verfügung gestellt wurde, über welche der Zusender nachstehende Mittheilungen machte: »Die Königin zog ich mir im vorigen Sommer von einem Bastardvolke und überzeugte mich später von ihrer Fruchtbarkeit. Auch in diesem Frühjahre fand ich noch Brut. Als ich später bei dem schlechten Wetter nach dem Honigvorrathe meiner Stöcke sah, fand ich diesen aufgezehrt und ohne Brut, doch keine todte oder erstarrte Bienen auf dem Bodenbrett. Ich hing eine Honigtafel ein und denke, da bist du noch eben zur rechten Zeit gekommen. Nach etwa acht Tagen fiel es mir auf, dass doch keine Brut vorhanden war, weshalb ich zum allabendlichen Füttern meine Zuflucht nahm, ohne jedoch den erhofften Erfolg zu erzielen. Ebenso erfolglos wurden noch zwei Bruttafeln eingehängt. Wohl fanden sich hier in Menge und ganze Tafeln voll frischen Blumenstaubes, Brut aber nur in einzelnen Zellen verstreut. Später wollte ich die Königin ausfangen und durch eine tüchtigere ersetzen, konnte sie aber nicht gleich finden, da der Stock durch die eingehängte Brut ziemlich volkstark geworden war und es mir an Zeit gebrach, die Durchsicht noch einmal vornehmen zu können. Später dachte ich, lass ihn wie er ist, er giebt vielleicht einen guten Honigstock, was er auch geworden ist. So verdankt die Königin ihre Erhaltung nur dem Zufall, da mir zur Zeit der Fall noch etwas gänzlich Unbekanntes war.«

---

[1] Vergl. Bienenwirthschaftliches Centralblatt, 8. Jahrgang 1872. pag. 6.

Herr Prof. Claus hat die Güte gehabt, auch diese Königin einer sorgsamen Untersuchung zu unterziehen und das Resultat derselben zur Veröffentlichung in dem bienenwirthschaftlichen Centralblatte der Redaction in Folgendem freundlichst zugehen lassen:

»Mit grosser Freude habe ich Ihre gütige Zusendung in Empfang genommen, zumal dieselbe ein zweites Exemplar der ordnungswidrigen Königinnen enthielt, die der Parthenogenese zum Trotz taube Eier legte. Zum Glück für diese hat jedoch die Taubheit der Eier gar nichts mit ihr zu thun!

»Ich machte mich denn gleich heute morgen an die Untersuchung, von der ich hoffen durfte, dass sie mich in der Erkenntniss der, die Abnormität bedingenden Ursachen einen Schritt weiter führen würde. Die kalte rauhe Witterung hatte fast sämmtliche Begleitbienen getödtet, sie lagen grösstentheils schon in fauliger Zersetzung begriffen klumpenweise zwischen den Wabenstücken, nur wenige — und unter ihnen war die Königin, zeigten im warmen Zimmer noch Spuren von Bewegung, ohne dass es gelang, sie wieder völlig zum Leben zurückzubringen. Indessen stellte es sich alsbald zu meiner Freude heraus, dass die Gewebe der Königin noch unverändert und somit zur feinern Untersuchung tauglich waren.

»Ich richtete zunächst mein Augenmerk auf die Structur der Eiröhren, die möglichst intakt und nicht durch die Einwirkung einer fremden zur Präparation verwandten Flüssigkeit verändert sein durften. Erst nachher präparirte ich den Geschlechtsapparat, den ich bis auf den Stachel in allen seinen Theilen normal fand. Das Receptaculum war dicht gefüllt mit lebhaft beweglichen Samenfäden, wie nicht anders nach den Angaben des Herrn Teepe über die frühere normale Fruchtbarkeit der Königin zu erwarten stand.

»An den Eiröhren beobachtete ich ganz ähnliche Verhältnisse als bei der vor 4 Wochen untersuchten ersten Königin, nur dass alles bei der völligen Erhaltung der Structur des Gewebes viel klarer und schärfer hervortrat. Es lag von vorne herein die Vermuthung nahe, die für die Eibildung in Verwendung kommenden Zellen abnorm, beziehungsweise degenerirt zu finden, und hier konnte nach den am ersten Fall constatirten Verhältnissen entweder an eine abnorme Bildung der Eianlage, an ein Fehlen oder frühzeitiges Verschwinden des Keimbläschens oder aber an eine Entartung der Dotterbildungszellen gedacht werden, welche ja bekanntlich in den Ovarialröhren der Biene ähnlich wie bei vielen andern Insekten gruppenweise über je einem Keime wie in einem besonderen Fach (Dotterzellenfach) angehäuft liegen. Da die Königin in der ersten Zeit ihres Lebens fruchtbar gewesen und normale Brut erzeugt hatte, schien die letztere Möglichkeit am meisten für sich zu haben und entsprach auch in der That der Wirklichkeit vollkommen. In den fadenförmigen Endabschnitten vieler Eiröhren lagen wurstförmige Ballen einer fettig glänzenden aus zusammengeflossenen Zellen entstandenen Körnchenmasse; dann aber zeigten fast sämmtliche Eiröhren etwa von dem Abschnitte an, wo sich die alternirenden Dotter- und Eifächer mehr auftreiben und schärfer zu sondern beginnen, wie nach dem untern Ende der Eiröhren fortschreitend fettige Entartung der Dotterbildungszellen. Der vorausgehende obere Abschnitt erschien, wenn wir von den hier und da eingebetteten gelben Körpern absehen, ganz normal gebaut und enthielt zahlreiche, je durch Dotterzellengruppen getrennte kleine Eianlagen mit ihren Keimbläschen. Allmälig aber wurden die Dotterbildungszellen merklich zähe und consistent und durch Zunahme an Körnchen dunkel, ihre grossen Kernblasen schrumpften, verdrängt durch das an Körnchen zunehmend Protoplasma; beide, Protoplasma und Kern, betheiligten sich an der nu rasch vorschreitenden Auflösung in fettig glänzende Körner und Kugeln. Das unter der Dotterzellengruppe (Fig. 2 *a*) gelegene Ei (Fig. 2 *c*) bo anfangs noch das gewöhnliche Aussehen, höchstens dass der ober

Theil seines Dotters eine dichtkörnige dunkele oder mehr gelbliche Färbung angenommen hatte. Weiter abwärts aber unter den in der Degeneration weiter vorgeschrittenen Dotterfächern war auch der Eidotter nach Schwund des Keimbläschens zu einer festern käsigen bröckligen Masse geschrumpft (Fig. 1. *c*), während das Epithel für seine Aufgabe der Schalenbildung tauglich geblieben zu sein schien (Fig. 1. *b*). Auch grössere Eier fanden sich in dem untern Abschnitt einiger Eiröhren mit ähnlichen Verhältnissen des geschrumpften Dotterinhalts, in andern war der gesammte Inhalt zwar verflüssigt, aber doch verändert und an einem Eiende mit einem gelblichen Kernchenhaufen degenerirter Substanz erfüllt. Hier fand sich die Eihülle schon als zarte Schicht von dem Epithel des Keimfaches ausgeschieden. Ganz reife der Ablage nahe Eier wurden der Jahreszeit entsprechend vermisst«.

Fig. 1.

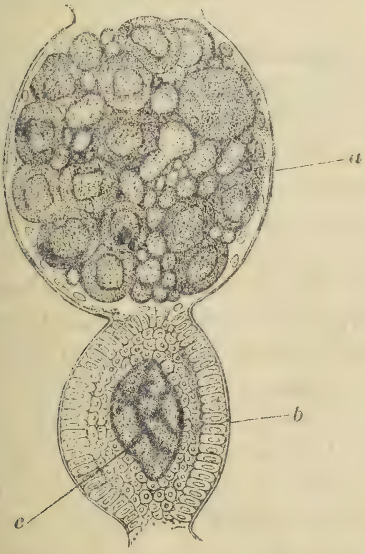
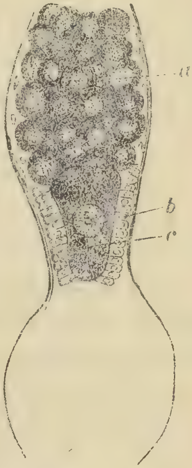


Fig. 2.



Wenn wir nun nach den vorliegenden freilich noch mangelhaften Anhaltspuncten versuchen wollen, uns eine Vorstellung über die Ursache zu bilden, welche die der Taubheit des Eies zu Grunde liegende Degeneration der Dotterbildungszellen veranlasste, so dürfte meines Erachtens ein von Herrn Teepe aus der Lebensgeschichte der Königin mitgetheilter Umstand von Bedeutung sein: die nach vorausgegangener Eierlage eingetretene und in Folge der schlechten Witterung andauernde Nahrungsnoth des Stockes. Denken wir uns, dass die Königin, welche ihr Fortpflanzungsgeschäft bereits begonnen und die Eierproduction in regem Gange hatte, plötzlich auf schmale und schlechte Kost herabgesetzt und längere Zeit gehalten wird, so dürfte es kaum gewagt erscheinen, als nothwendige Folge anzunehmen, dass der im regen Stoffwechsel begriffene Organismus die erforderlichen Substanzen aus dem für seine eigne Existenz überschüssigen Nahrungsdepot nimmt und also, was am nächsten liegt, den Dotterbildungszellen seines Ovariums entzieht, welche dann gewissermassen als frühzeitige »corpora lutea« degeneriren. Dabei konnte recht gut die partielle Ablage normaler Eier bestehen bleiben, wie es auch sehr wohl denkbar ist, dass bei der normalen Gewebsbildung in den obern Enden der Eiröhren bei rechtzeitig erfolgter Hülfe die Ovarien wieder zur Production normaler Eier befähigt würden.

3. Taube Bienen-Eier von C. v. Siebold beobachtet.

Während meines Ferien-Aufenthalts in Berchtesgaden erhielt ich am 15. Aug. 1872 von dem Herrn Friedr. Rosendorfsky aus Pribislau in Böhmen ein Schreiben folgenden Inhalts:

»Ich besitze eine diesjährige Bienen-Königin, die nur taube Eier absetzt, ein Seitenstück zu dem in der Eichstädter Bienenzeitung (Jahrgang 1871 pag. 171) von Ihnen mitgetheilten Fall. Ich erlaube mir die Anfrage, ob ich die betreffende Königin behufs Untersuchung an Ihre Adresse einsenden soll und ob dieselbe lebend in Begleitung einiger Bienen oder in Spiritus geschickt werden soll. Der Sendung würde ich zugleich die treue Beschreibung der an dieser Königin beobachteten Erscheinungen beizufügen mir erlauben.«

Da ich meinen Herbstaufenthalt auf dem Lande stets zu naturwissenschaftlichen Forschungen benutze und daher mit einem Mikroskope versehen war, nahm ich das Anerbieten gern an und erbat ich mir die abnorme Königin im lebenden Zustande zuzusenden? Die Sendung langte am 24. Aug. wohlbehalten in Berchtesgaden an nebst einem Schreiben vom 21. Aug., dessen Inhalt ich hier folgen lasse.

»Es macht mir ein grosses Vergnügen, mit meiner taube Eier legenden Bienen-Königin dienen zu können. Letztere ist auf Ihren Wunsch unter einem Pfeifen-Drahtdeckel an die beigefügte Honigwabe befestigt; ich hoffe, dass dieselbe gut ankömmt. Die Geschichte dieser Königin ist folgende. Am 24. Mai entweiselte ich einen meiner besten stärksten Stöcke Nr. 96, der sich schon durch mehrere Jahre immer ausgezeichnet hat; um einen Gravenhorst'schen Bogenstülper zu besetzen, wurde der Stock Nr. 96 auf einen neuen Platz gestellt und der neue Bogenstülper bekam den alten Platz. Der verstellte Stock Nr. 96 wurde gut mit dünnem Honig durch einige Tage gefüttert; den zweiten Tag spielten die Bienen desselben schwach vor, und nach einigen Tagen war am Fluge derselben nicht mehr zu erkennen, dass dieser Stock verstellt war. Der Schwarm desselben setzte Weiselzellen in grösserer Menge an. Da von Anfang Juni an kalte Witterung bis zum 7. Juni andauerte, unterliess ich das Ausschneiden der Weiselwiegen; den 8. Juni Abends höre ich die junge Königin tüten, am 9. Juni, es war ein schöner Tag, nach 9 Uhr Vormittags schwärmte der Stock Nr. 96. Es waren mit dem Schwarm zwei rüstige Königinnen zugleich abgegangen, von denen die eine weggefangen und anderweitig benutzt wurde. Am Nachmittag, da das Tüten im Stocke Nr. 96 nicht aufhörte, nahm ich den Bau auseinander und schnitt etwa noch 9 zugedeckelte Weiselzellen aus; nachdem dieselben in Separatkästchen untergebracht waren, liefen schon nach einer Viertelstunde aus sämmtlichen Zellen die Königinnen hervor. Am zweiten Tag war am Stocke Nr. 96 ein starkes Vorspiel bemerkbar, die Königin flog bei günstiger Witterung zur Befruchtung aus, und da sich der Stock gegen Abend ruhig verhielt, so glaubte ich, dass der Befruchtungsakt gehörig von Statten gegangen und alles in Ordnung sei.

Etwa nach acht Tagen wurde nachgesehen, ob schon die Eierlage begonnen hätte. Ich fand eine Wabe 9 Zoll breit und 6 Zoll hoch voll und regelmässig mit Eiern besetzt, daher ich diese Königin als gut eingeschlagen betrachten musste und derselben keine weitere besondere Aufmerksamkeit zuwendete, zumal da ihr Stock Nr. 96 im Garten etwas abseits stand. Als ich jedoch eines Tages im Anfang Juli, wo alle Stöcke stark honigten, zu diesem Stocke komme, sehe ich die Bienen im Flugloch desselben sitzen, und nur einzeln abfliegen, gerade wie es bei weisellosen Völkern der Fall zu sein pflegt. Nachdem ich am folgenden Tag den Bau auseinander genommen, fand ich dieselbe Königin, zwei Waben voll Eier, aber auch nicht eine einzige Made. Es war mir dies sehr auffallend, weshalb ich mir vornahm, diesen Stock öfters zu revidiren, vergass aber wegen anderweitiger Beschäftigungen diesen Stock Nr. 96 gänzlich; dieses Jahr war nämlich das schlechteste, was ich denken kann, und war ich deshalb genöthigt 30 der stärksten Stöcke wegen grösseren Honiggewinns zu entweiseln, so dass ich erst gegen Ende Juli den Stock Nr. 96 wieder einmal revidirte. Sein Volk war nun schon auf 1 Pfd. Bienen zusammengeschmolzen, nur eine einzige Wabe war mit Eiern besetzt und von einer Made nirgends eine

Spur. In demselben Stocke fanden sich etwa 8 Pfd. Honig und drei Waben mit Pollen vor.« Dies der Wortlaut des Briefs.

Bei Eröffnung des Kistchens fand ich den Inhalt im besten Zustande vor, was ich der vorzüglichen Verpackung, welche ganz nach den Mustern des Herrn v. Rothschütz in Krain eingerichtet war, zuschreiben musste. Die übersendete italienische Königin sowohl wie ihre zahlreiche Begleitung italienischer Arbeiterinnen in völligem Wohlsein und nicht im geringsten beschädigt oder beschmutzt vor mir zu sehen, gewährte mir die grösste Freude, zumal da ich schon öfters dergleichen Sendungen erhalten hatte, welche beim Oeffnen nichts als Bienen-Leichen und zwar mit der beigegebenen unvorsichtig befestigten und abgelösten Honigwabe zu einem einzigen hässlichen Ballen zusammengeklebt enthielten, so dass bei diesem Anblick mir jede Lust zu einer näheren Untersuchung der verunglückten Sendung genommen war.

Ich machte mich übrigens sogleich an die Zergliederung jener Königin, die sich noch ganz munter in ihrem engen Gefängniss unter dem Pfeifendeckel bewegte. Zuerst überzeugte ich mich, dass dieselbe den Begattungsact vollständig und mit Erfolg überstanden hatte, denn sie besass ein mit Samenmasse ganz prall ausgefülltes *receptaculum seminis*. Die darin enthaltenen Samenfäden zeigten sich einzeln sehr beweglich und liessen in dichten Massen vereinigt jene bekannten wunderbaren Wellenbewegungen unterscheiden, welche mit zu den anziehendsten mikroskopischen Objecten gezählt zu werden verdienen. In den Geschlechtswegen war bis zu dem Ursprunge der Eierstocksröhren hinauf nichts aussergewöhnliches wahrzunehmen. In dem oberen kelchförmig erweiterten Anfang der beiden Eierleiter lagen viele gelbe Fettballen, welche ich als *corpora lutea* betrachte und als die Ueberreste der von den Dotterfächern herrührenden Dotterzellen erkannt habe[1]. Auch die obersten Anfänge der Eierstocksröhren hatten grössere und kleinere Ballen dieser Corpora lutea zwischen sich, sowie auch an den einzelnen Eierstocksröhren hier und dort im Verlaufe derselben dergleichen vereinzelte gelbe Ballen anzutreffen waren[2].

Die in den einzelnen Eierstocksröhren regelmässig abwechselnden Eifächer und Dotterfächer zeigten eine auffallende Abweichung von dem gewöhnlichen und normalen Verhalten dieser Eierstocks-Organe. Es war nämlich der Inhalt der beiden Fächer (Ei- und Dotter-Fach) nicht so scharf und bestimmt voneinander abgegrenzt und characterisirt, wie dieser Unterschied sonst in den normalen weiblichen Geschlechtswerkzeugen der Apiden und Vespiden dem Beschauer entgegentritt. Das

---

[1] Vergl. meine Beiträge zur Parthenogenesis des Arthropoden. pag. 62.

[2] Ebenda. pag. 65.

Keimbläschen war nirgends in den Eifächern deutlich und markirt wahrzunehmen. Die dasselbe umgebende Dottermasse erschien nicht gleichmässig feinkörnig, sondern bestand aus vielen hellen kleinen Bläschen, wahrscheinlich Eiweisstropfen, zwischen welchen sich feinkörnige Masse spärlich und unregelmässig eingestreut zeigte. Auch die Dotterzellen der Dotterfächer besassen nicht die regelmässige Beschaffenheit des Zelleninhalts und Zellenkerns, sondern stellten einen Haufen ganz unregelmässig und ungleich gebildeter Körper mit körnigem und blasigem Inhalte dar. Das ganze Verhalten des Inhalts dieser Ei- und Dotterfächer machte vollständig den Eindruck von in Zersetzung begriffenen Substanzen. Auch der Inhalt der von der Schalenhaut bereits völlig umschlossenen und zum Legen vorbereiteten Eier liessen einen sehr veränderten Zustand erkennen, indem derselbe aus dichtgedrängten wasserhellen Bläschen (Eiweisstropfen) mit dazwischen eingelagerten feinen Körnern bestand und hiermit ebenfalls auf einen eingetretenen Zersetzungs-Process hindeutete.

Vergleicht man das Resultat dieser Untersuchung mit dem, welches Herr Professor Claus bei der Untersuchung der Eierstöcke der Bienenkönigin in dem von ihm beobachteten zweiten Falle erhalten hatte, so stimmen dieselben darin miteinander überein, dass in beiden Fällen besonders die regelmässige Dotter- und Eibildung gestört gewesen war. Die von Claus erwähnten wurstförmigen Ballen einer fettig glänzenden aus zusammengeflossenen Zellen entstandenen Körnchenmasse, welche in den fadenförmigen Endabschnitten vieler Eierstocksröhren lagen, können wohl kaum als ein mit den tauben Eiern in Verbindung stehendes pathologisches Product betrachtet werden, da sie gewiss nichts anderes waren, als jene Corpora lutea, welche sich bei allen normale Eier legenden Apiden und Vespiden-Weibchen bilden und welche sehr oft ihre Wege zwischen der Peritonealhülle und Tunica propria der Eierstocksröhren bis hinauf zu den obersten Endabschnitten der Ovarien finden und als ein sicheres Merkmal gelten, dass von solchen Ovarien bereits Eier abgegeben worden sind. Jedenfalls stimme ich der Ansicht des Herrn Professor Claus bei, dass die tauben Eier der von uns untersuchten Bienenköniginnen von der Unfähigkeit der letzteren herrührte, normale Dotterbildungszellen hervorzubringen. Wenn ferner Herr Professor Claus es wahrscheinlich zu machen sucht, dass die normale Eierproduction durch eine in Folge schlechter Witterung eingetretene Nahrungsnoth gestört worden und dadurch die Degeneration der Dotterbildungszellen veranlasst worden sei, so hätte auch ich, indem ich auf die Lebensgeschichte der von mir untersuchten Königin hinweise, den gleichen Grund, nämlich schlechte

Witterung und Nahrungsnoth anzuführen, durch deren Einwirkung auch hier die Bildung tauber Eier die Folge gewesen wäre. Ob aber diese Anschauung die einzig richtige ist, und ob nicht noch andere schädliche Factoren die Entstehung tauber Eier hervorrufen können, diese Frage möchte ich schon deshalb aufwerfen, weil doch das Vorkommen einer taube Eier legenden Königin von den Bienenzüchtern als eine recht seltene Erscheinung betrachtet wird, was gewiss nicht der Fall sein würde, wenn das in unserem Klima so häufig eintretende schlechte Wetter und die darauf folgende Nahrungsnoth allein als äussere Veranlassung jener krankhaften Erscheinung wirken sollte.

Abgesehen von dem Umstand, dass die tauben Bienen-Eier als ein pathologisches Product des Eibildungs-Processes der Insecten im Allgemeinen ein Interesse bieten, hat das Vorkommen von tauben Eiern bei der Honigbiene noch eine andere Bedeutung dadurch erhalten, dass die Gegner der Parthenogenesis diese Erscheinung benutzen wollten, um die Existenz der parthenogenetischen Erzeugung der männlichen Individuen im Bienen-Haushalt zu widerlegen[1]. Auf der anderen

---

[1] Diese Entgegnungen waren besonders in Frankreich ausgesprochen worden. Vergl. Kleine in der Bienenzeitung 1861. pag. 174.

Durch die Güte des Herrn Pastor Kleine bin ich in den Stand gesetzt worden, in das von Hamet unter dem Titel l'Apiculteur herausgegebene Journal für Bienenzüchter einen Blick zu werfen, wobei ich mich überzeugt habe, mit welcher Hartnäckigkeit die in dem Bienenhaushalt eine so eigenthümliche und wichtige Rolle spielende Parthenogenesis von den französichen Bienenzüchtern als nicht existirend zurückgewiesen wird, während in Deutschland, Italien und Nordamerika, die von Dzierzon ausgegangene rationelle Bienenzucht längst geläufig geworden ist, und jeder erfahrene Bienenzüchter eingesteht, dass ohne das Verständniss der bei der Fortpflanzung der Bienen sich geltend machenden Parthenogenesis gar keine rationelle Bienenzüchtung möglich ist. Als einer der hartnäckigsten Gegner der Parthenogenesis stellt sich Rativeau in Briénon (Dep. Yonne) dem Bienenzüchter Vormwald in Klingenthal bei Schlettstadt gegenüber. Um die Nichtexistenz der Parthenogenesis zu beweisen, beruft sich Rativeau auf die tauben Eier, welche von Bienen-Königinnen und Arbeiterinnen gelegt werden und welche sich doch entwickeln müssten, wenn Parthenogenesis existire. (Vergl. l'Apiculteur, Jahrgang V. 1860—61. pag. 107, 140. und 284). Dabei setzt derselbe voraus, dass jene eierlegenden Arbeiterinnen in Folge einer vorausgegangenen Begattung auch befruchtete Eier legen können, welche Annahme beweist, dass derselbe keine Spur von irgend welcher Kenntniss der Organisation jener in Deutschland sehr passend bezeichneten Drohnen-Mütterchen besitzt.

Welchen Standpunct Hamet als Redacteur des Apiculteur bei dieser Streitfrage einnimmt, darüber wird man sich ein Bild machen können, wenn man dessen Aeusserung (im Apiculteur Jahrg. V. pag. 165), wie folgt, liesst: La grande objection que nous adresserons toujours aux partisans de la parthenogénèse est celle—ci: Parce que vous n' avéz pas aperçu d'animalcules spermatozoïdes dans l'oeuf devant produire le Faux-bourdon, s' ensuit-il qu' il n' en existe pas? L'infime petitesse de

Seite hatte freilich eine Aeusserung **Dzierzon**'s diese gegnerischen Einwürfe provocirt, indem **Dzierzon** über die von unbefruchteten Königinnen gelegten Eier aussagte, dass sie eben Drohnen-Eier seien, was mit tauben Eiern gleichbedeutend sei [1]. Herr v. **Berlepsch** stimmte diesem Ausspruche **Dzierzon**'s anfangs bei [2]), indem er meinte, dass man solche Königinnen, welche taube, sich gar nicht entwickelnde Eier legten, gar nicht kenne und dass, sobald eine Königin Eier legt, diese sich auch entwickeln, mögen sie befruchtet sein oder nicht, vorausgesetzt, dass sie von den Arbeitern bebrütet werden. Hiermit deutete **Berlepsch** also an, dass Bienen-Eier nur dann unentwickelt bleiben können, wenn sie nicht bebrütet werden. Später gesteht derselbe jedoch zu, dass taube und männliche Eier nicht identische Begriffe seien, und dass, wenn auch selten, dennoch von Königinnen Eier gelegt würden, welche in Folge irgend einer krankhaften Constitution der Mutter durchaus unentwicklungsfähig blieben [3]. Es war diese Erkenntniss die Folge von verschiedenen Beobachtungen tauber Bienen-Eier, welche sich einzelnen Bienenzüchtern unabweisbar darboten.

Den ersten hierher zu rechnenden Fall von tauben Bienen-Eiern, welcher von dem sehr erfahrenen Bienenzüchter, Herrn **Hucke** in Thüringen beobachtet wurde, machte im Jahre 1858 **Leuckart** [4]) bekannt. Von **Kleine** [5]) wurde alsdann im Jahre 1861 mitgetheilt, dass auch ihm und **Dzierzon** Königinnen vorgekommen seien, welche, obgleich befruch-

ces animalcules a pu, jusqu' à ce jour, échapper à vos loupes imparfaites. Ich möchte hier Herrn **Hamet** fragen, warum sich denn mit unseren Mikroskopen in den befruchteten Bienen-Eiern, aus denen sich Arbeiterinnen entwickeln, die ungemein zarten Samenfäden haben erkennen lassen. Gewiss würden sich auch in den zu Drohnen bestimmten Eiern dieselben zarten Samenfäden auffinden lassen, wenn sie in denselben vorhanden wären.

Welches richtige Verständniss dagegen **Vormwald** von den tauben Eiern der Bienen sich angeeignet hat, geht aus seinem Einwand gegen **Rativeau** hervor, indem er sagt (im Apiculteur, Jahrg. V. pag. 243): Il y a des oeufs qui n' éclosent pas parce qu' ils ont été endommagés par les abeilles, et d'autres parce qu' ils proviennent d'une mère dont les organes reproducteurs sont défectueux; mais jamais on n' a trouvé une mère qui ne produisit pendant toute sa ponte que des oeufs stériles. Diesen letzteren Ausspruch wird übrigens **Vormwald** jetzt fallen lassen müssen, seitdem von deutschen Bienenzüchtern das Gegentheil beobachtet worden ist.

---

1) Vergl. Bienenzeitung, Jahrgang 1851 pag. 139 und Jahrg. 1853 pag. 103.

2) Vergl. **Berlepsch**: Die Biene und die Bienenzucht. 1860, erste Auflage, pag. 52.

3) Vergl. Bienenzeitung, Jahrg. 1867, pag. 167 und **Berlepsch**: Die Biene und ihre Zucht. 1869, zweite Auflage, pag. 81.

4) Vergl. **Leuckart**: Zur Kenntniss des Generationswechsels und der Parthenogenesis, 1858, pag. 62 (aus **Moleschott**'s Untersuchungen, pag. 388).

5) Vergl. Bienenzeitung, 1861, pag. 174. und 1866, pag. 240.

tet, dennoch taube Eier in Menge gelegt haben. Als besonders bedeutungsvoll ist die im Jahre 1864 gemachte Mittheilung des Herrn Herlikofer [1]) in Würtemberg geworden, durch welche recht eigentlich die Existenz von taube Eier legenden Bienen-Königinnen als Thatsache festgestellt wurde. Ein weiterer Beitrag zu diesen Erfahrungen wurde mir von Herrn von dem Busche-Hünefeld aus Osnabrück im Jahre 1871 mitgetheilt [2]). Mir war damals die eigentliche Ursache der Taubheit der von einer befruchteten Bienen-Königin gelegten Eier unklar geblieben, ich sprach aber doch die Ueberzeugung aus, dass in solchen Königinnen die Ausbildung der Eier mit einer gewissen Mangelhaftigkeit zu Stande kommen müsse, wobei ich freilich die Frage unbeantwortet liess, worin diese mangelhafte Ausbildung solcher Eier bestehe. Diese Antwort hat uns Claus durch seine oben mitgetheilten genauen Untersuchungen gegeben. Die Bienenzüchter werden diesem Forscher zu Dank verpflichtet sein müssen, da es demselben gelungen ist, die von Berlepsch [3]) ausgesprochene Vermuthung: »Die selten vorkommende Taubheit der Bienen-Eier hat zweifellos in irgend einer krankhaften Constitution der Mutter ihren Grund«, als eine Thatsache zu bestätigen.

---

1) Vergl. Bienenzeitung, Jahrg. 1864, pag. 169. Taube Bieneneier.

2) Vergl. Bienenzeitung, Jahrg. 1871, pag. 171. Ueber die Taubheit bei Bieneneiern.

3) S. dessen Biene und ihre Zucht, 1869, pag. 81.

Neue Beobachtungen über Cypridinen.

Von

Prof. Dr. **C. Claus** in Göttingen.

Mit Tafel X. XI.

Unter den Arbeiten, welche in der jüngsten Zeit über Cypridinen veröffentlicht worden sind, enthält ein kleiner Aufsatz von Fr. Müller [1]) mehrfache anregende Beobachtungen und Betrachtungen. Insbesondere ist es die Deutung der langen geringelten Gliedmassen als »Putzfüsse« und der Nachweis von Kiemenschläuchen, durch welche jene Arbeit unsere Kenntniss dieser hoch organisirten Ostracoden des Meeres gefördert hat. Freilich waren schon einige Decennien früher von Philippi Kiemenschläuche [2]) abgebildet, aber nicht als solche erkannt worden, und erst mit der Darstellung Fr. Müller's dürften die Zweifel über das Vorkommen von Respirationsorganen in so auffallender Lage an der Rückenseite beseitigt worden sein. Dagegen ist nun in anderer Hinsicht die Arbeit Fr. Müller's hinter andern Darstellungen zurückgeblieben; ganz abgesehen davon, dass sie schon früher veröffentlichte Mittheilungen anderer Autoren aus begreiflichen Gründen unberücksichtigt lassen musste und deshalb manches als neu darlegt, was schon durch jene bekannt geworden war, blieb vor allem der Bau der Mundwerkzeuge zu wenig beachtet. Kleinere Abweichungen von meinen früheren [1]) Angaben, sowie die brieflich ausgesprochene Vermuthung Fr. Müller's, nach welcher ich die Gliedmassen des 5. und 6. Paares verwechselt haben möchte, erweckten in mir den Wunsch, Cypridinen nochmals näher untersuchen zu können. Und hierzu bot sich mir sowohl durch den Ankauf neuer Cypridinenarten von Palawang (von Herrn Wessel in Hamburg), als durch die freundliche Unterstützung mehrerer Herren Collegen ausreichende Gelegenheit.

---

[1]) Bemerkungen über Cypridina. Jen. nat. Zeitschr. Tom. V.

[2]) Es dürfte deshalb die von Fr. Müller gegen mich aufgeworfene Bemerkung: »Claus spricht noch 1866 (in seinem Lehrbuch) allen Muschelkrebsen Respirationsorgane ab« keinen Vorwurf involviren. Allerdings hatte Fr. Müller schon 1864 in seiner bekannten Schrift für Darwin das Vorhandensein von Kiemen bei Cypridina angedeutet, aber nicht durch nähere Darlegung bewiesen. Ein Lehrbuch aber kann selbstverständlich nur das aufnehmen, was der Verfasser desselben als bewiesen erachtet.

Cypridina stellifera. Cls = formosa Dana (?) (Figg. 1—14).

Durch Grösse und Stärke der Schale ausgezeichnet erscheint eine Cypridina, welche in zahlreichen männlichen und weiblichen Exemplaren an der Insel Palawang gefangen wurde. Dieselbe steht der von Dana als C. formosa unzureichend beschriebenen Art nahe und erreicht eine Länge von 3 Mm, ist bauchig aufgetrieben und im Transversalschnitt länglich oval. Im weiblichen Geschlecht (Fig. 2) beträchtlich höher und gedrungener als im männlichen zeigt die Schale Detailverhältnisse der Form, für deren Bestimmung anstatt einer langen Beschreibung die Abbildungen (Figg. 1′ und 2′) benutzt werden mögen. Am meisten gleicht die Schale der Dana'schen Cypridina formosa von den Samoainseln; wie hier springt am Hinterrand ein Längswulst der Schalensubstanz vor, ebenso ist die Innenlamelle der Schale durch die Einlagerung grosser Pigmentzellen geziert, deren sternförmige Gestalt den Namen stellifera rechtfertigen mag. Ein näherer Vergleich beider Formen ist freilich bei der unzureichenden Detailbeschreibung der Dana'schen Art ganz unmöglich. Auch über die Sculpturverhältnisse der Schale will ich mich kurz fassen und auf die Bemerkung beschränken, dass die Oberfläche erhabene schuppenähnliche Facetten bildet und ausser den Mündungen zahlloser sehr feiner Porenstreifen weite Porentrichter aufzuweisen hat, welche grossentheils zum Durchtritt von Cuticulargebilden und Haaren dienen.

Von der Schalenform abgesehen, unterscheiden sich beide Geschlechter durch die Grösse und Lage des paarigen Auges. Dieses erscheint im männlichen Geschlecht fast in die Mitte der Schale gerückt, und bedeutend umfangreicher. Das unpaare Auge ist ebenfalls beim Männchen grösser und liegt in einer halbkugeligen Vorwölbung der Stirn, welche in Verbindung mit dem geraden Stirngriffel der Form nach einem Schnepfenkopf verglichen werden könnte (Fig. 3). Dieses unpaare Stirnauge ist durchaus symmetrisch gebaut und besteht aus einem grossen schwarzen Pigmentfleck mit hufeisenförmig ausgebogenen Seitentheilen, welchen zwei Reihen lichtbrechender Zapfen anliegen. Dieselben sind offenbar ebenso wie die streifige mit grossen Kernen untermischte Unterlage nervöser Natur, und dürfte die Untersuchung frischer Exemplare bei geeigneter Behandlung nähere Aufschlüsse über den feinern Bau des complicirten Sinnesapparates ergeben, dessen Structur an Weingeistexemplaren nicht genügend ermittelt werden kann.

---

[1]) Vergl. Claus, Ueber die Organisation der Cypridinen. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. XV. 1865.

Die Fühler des ersten Paares, welche dicht unterhalb und zu den Seiten des Stirnzapfens entspringen, bestehen wie bei der mittelmeerischen Cypridina aus 7 Gliedern, von denen die beiden basalen sehr langgestreckt sind und mit einander knieförmig articuliren. Die drei Endglieder verdienen wegen ihres characteristischen nach den Geschlechtern abweichenden Borstenbesatzes eine nähere Betrachtung. Constant läuft das drittletzte, in unserem Falle 5. Antennenglied an seiner untern, der Genikulation entsprechenden Seite in eine starke quergeringelte Borste aus (Fig. 4 und 5 *a*), welche an ihrer verdickten Basis eine Doppelreihe langer und blasser Fadenborsten, im weiteren Verlaufe schmächtigere und kürzere ihrer ganzen Länge nach anliegende »Riechfäden« trägt. Das aus wenigstens 3 verschmolzenen Gliedern hervorgegangene Endglied trägt eine innere (*b*) und äussere (*c*) Seitenborste, 2 Endborsten (*d*, *d'*) und 2 zarte terminale Borstenschläuche (*e*, *e'*). Letztere inseriren sich an dem äussersten Endstück und zeigen in beiden Geschlechtern gleiche Form und Grösse. Die Endborsten sind wiederum Träger zarter Sinnesfädchen und erreichen im männlichen Geschlechte eine sehr bedeutende Länge. Schon früher habe ich darauf hingewiesen, dass dieselben von LILJEBORG mit Unrecht als Gattungsmerkmal (PHILOMELES) verwerthet worden sind, und FR. MÜLLER stimmt mit mir in dieser Zurückweisung vollkommen überein, nur war es mir für C. messinensis aus einem nachher darzulegenden Grunde entgangen, dass sie ein sexuelles Merkmal des Männchens darstellen. Aber auch FR. MÜLLER irrte, wenn er diese Borsten als Spürborsten zum Aufsuchen des weiblichen Geschlechts ausschliesslich dem Männchen zuschreibt, denn auch an der weiblichen Antenne sind die beiden Endborsten mit gleicher Ausstattung zarter Seitenfäden wohl entwickelt, nur nicht von der enormen Länge. Die beiden Seitenborsten verhalten sich im weiblichen Geschlechte den Endborsten gleich, doch bleibt die äussere derselben (*c*) beträchtlich kürzer. Im männlichen Geschlechte beginnen dieselben mit stärkerem Stile, welcher in seinem Verlaufe eine kugelige beziehungsweise halbkugelige Auftreibung bildet und tragen einen eigenthümlich gestalteten Seitenzweig, auf dessen Spitze sich eine Dolde von 6 gestilten Saugscheibchen erhebt. Alle diese Anhänge der Antenne sind reich an Nerven. Starke Bündel von Nervenfibrillen (*n*) treten aus dem Hauptnerven, dessen Ganglion in dem Basalglied der Antenne liegt, in die Borsten ein und versorgen die wahrscheinlich als Spür- und Riechfäden fungirenden zarten Cuticularfäden.

Die Antennen des zweiten Paares, welche ihrer Gestaltung und Funktion gemäss schon von Milne Edwards mit Recht als »Schwimmfüsse« bezeichnet worden sind, wiederholen den Bau der bekannten Cypridinenarten. Auf einem dicken fast schinkenförmigen muskelreichen Grundglied erhebt sich eine 9gliedrige mit langen Borsten besetzte Geissel, deren ausserordentlich gestrecktes Basalglied die nachfolgenden zusammengenommen an Länge übertrifft. Der Nebenast, dessen Grösse und Gliederung den Arten nach variirt, ist in unserem Falle 3gliedrig (Fig. 7) und beim Männchen wie bei C. Agassizii und Grubii zu einem kräftigen Klammerapparat, hier freilich mit stark aufgetriebener Greifhand, umgestaltet (Fig. 6).

Von den Mundwerkzeugen zeigt die sehr muskelreiche Oberlippe (Fig. 8) einen eigenthümlichen und von keinem der früheren Autoren ausreichend beachteten Bau, von dem ich freilich selbst gestehen muss, dass er mir in seinen Einzelnheiten keineswegs vollkommen klar geworden ist. Dieselbe besteht aus einer obern nach Art eines Kammes senkrecht erhobenen Platte (*a*) und einem untern verbreiterten Gewölbe (*b*), welches den mit weiter Mundöffnung beginnenden Oesophagus überdeckt. Der Vorderrand beider Theile endet mit zapfenförmigen Höckern, welche wie die Spinndrüsen der Araneiden von Oeffnungen schlauchförmiger Drüsengänge durchbrochen sind. Am deutlichsten erkennt man diesen Bau an 2 grössern, seitlich nach rechts und links divergirenden Zapfenpaaren (*c*). So findet man denn in der Regel auch die Oberfläche der Höcker mit einem Ballen feinkörniger Substanz, welche ich als das ausgetretene Sekret dieser Lippendrüsenschläuche betrachte, überdeckt. Wahrscheinlich, dass dasselbe bei der Nahrungsaufnahme, deren Eigenthümlichkeit sowohl aus dem Bau des Schlundes und Inhalt des Magens als aus der Gestaltung der Mundwerkzeuge abzuleiten ist, zur Einspeichelung verwendet wird. Bei anderen Arten hat die Oberlippe, wie wir sehen werden einen ganz anderen Bau. Wenden wir uns zu den als Mundwerkzeuge fungirenden Gliedmassen, so fällt bekanntlich als eine Hauptabweichung von allen andern Ostracoden der Mangel einer eigentlichen Mandibel in ersterer Linie auf. Zwar hat M. Edwards [1]) zugleich mit der Oberlippe eine Mandibel für Cypridina Reynaudii abgebildet, indessen handelt es sich hier offenbar nur um einen paarigen Seitenfortsatz der Oberlippe, wie wir ihn später bei einer andern Cypridinenart kennen lernen werden. Die Gliedmasse des dritten

---

1) M. Edwards, Histoire naturelle des crustacés. Tom. III Taf. 36 Fig. 5 *c*.

Paares (Fig. 9) ist vielmehr ihrer Funktion nach ein Fuss und deshalb mit Recht schon von DANA als Mandibular- oder Kinnbackenfuss bezeichnet worden. Form und Bau dieser Gliedmassen schliessen sich am nächsten an C. messinensis an, und darf ich bezüglich derselben auf meine frühere Beschreibung zurückverweisen, zugleich aber einige Angaben FR. MÜLLER's zur Vervollständigung heranziehen. Das Basalglied, mit dem zweiten Gliede knieförmig articulirend, trägt an seinem obern Ende (*a*) einen kurzen nach innen gerichteten und mit kurzen Haaren besetzten Fortsatz, welchen ich bereits in Uebereinstimmung mit FR. MÜLLER als verkümmerten Kautheil der Mandibel gedeutet habe. Der rückwärts gerichtete Vorsprung, den FR. MÜLLER an der untern Ecke des zweiten Gliedes für C. Agassizii und nitidula beschreibt, ist hier ganz verkümmert aber doch durch das Vorhandensein einer Borste und eines kurzen Hakendorns angedeutet. Auch findet sich am obern Ende dieses Gliedes der für C. Agassizii erwähnte kleine Nebenast (*b*), welcher einer borstenbesetzten Schuppe ähnlich, dem nachfolgenden Glied aufliegt. Das Endglied bleibt sehr rudimentär und wird durch die 3 Hakenborsten repräsentirt, von denen die obere beträchtlich kürzer ist, als die beiden untern, während bei der messinesischen Art alle drei Haken gleich kurz bleiben.

Die nun folgenden Gliedmassen des Mundes bieten bei einem sehr eigenthümlichen Bau der Untersuchung mancherlei Schwierigkeiten, so dass man die differenten Angaben der Autoren selbst über die gegenseitige Lage und die Reihenfolge derselben begreiflich findet. Sagt doch noch FR. MÜLLER, »was zwischen Kinnbackenfüssen und Putzfüssen liegt, bietet dagegen bei den verschiedenen Arten eine, in einem Kreise so engverwandter Formen, ganz ungewöhnliche Verschiedenheit dar. Diese Theile, die in ihrer Gesammtheit dem 4., 5. und 6. Gliedmassenpaare von Cypris und Cythere entsprechen, sind ebenso schwierig zu untersuchen als zu deuten. Die von M. EDWARDS, LILJEBORG und GRUBE gegebenen Deutungen schweben völlig in der Luft etc«. Eine wiederholte und sorgfältige Zergliederung der betreffenden Gliedmassen bei einer Reihe von Cypridinaarten hat mich auf das Bestimmteste überzeugt, dass die in meinem frühern Aufsatze gegebene Darstellung, welche im Wesentlichen mit LILJEBORG's Angaben übereinstimmt, vollkommen richtig ist. Freilich sind mir die Details der Gestaltung theilweise erst jetzt vollkommen klar geworden und vermag ich daher meiner frühern Beschreibung Manches hinzuzufügen. Von den Autoren blieb M. EDWARDS, der die Kinnbackenfüsse als untere Antennen deutete, das vordere Kieferpaar vollkommen unbekannt, während die beiden nachfolgenden Paare in richtiger Aufeinanderfolge als erstes und zweites

Maxillenpaar aufgeführt wurden. Dana kannte das vordere sehr wohl, verwechselte aber die beiden letztern Paare (Taf. 90 Fig. 3 *e*, *f*.); Baird 1) hat dagegen das dritte Kieferpaar nicht gekannt und die beiden vordern Paare der Lage nach vertauscht, Grube 2) endlich hält das erste Maxillenpaar mit Unrecht für den Grund- oder Ladentheil seiner »Mandibelpalpen«, verwechselt dasselbe aber zugleich mit dem sichelförmigen Endblatt des 3. Kiefers, welches er ebenfalls auf denselben Theil bezieht, kennt somit also eigentlich nur das zweite Maxillenpaar mit der grossen borstenrandigen Platte, welches als erstes Kieferpaar ausgegeben wird. Fr. Müller dagegen hält einer brieflichen Mittheilung zu Folge den Kiefer mit der grossen borstenrandigen Platte für das 6. Gliedmassenpaar, gesteht jedoch in seiner Schrift die Unzulänglichkeit seiner Untersuchungen mit den Worten ein: »Ich selbst habe nur bei Cypridina Agassizii eine einigermassen befriedigende Einsicht in Bau und Zusammenhang dieser Gliedmassen gewonnen, würde aber auch für diese Art über deren Deutung im Einzelnen nur mehr oder minder begründete Vermuthungen aussprechen können, was ich unterlasse, um die Zahl der nur muthmasslichen Deutungen nicht um noch eine zu vermehren.« Die neuesten Autoren endlich über Cypridinen G. O. Sars 3) und Brady 4) schliessen sich Liljeborg's und meiner Deutung der Mundesgliedmassen an.

Sowohl an medianen Längsschnitten gut erhaltener Weingeistexemplare, als nach sorgfältiger Abtrennung und Zergliederung der Körpertheile, überzeugt man sich auf das Bestimmteste von der Richtigkeit der in Nachfolgendem beschriebenen Lage und Gestaltung der Mundesgliedmassen.

Unmittelbar unterhalb des Kinnbackenfusses inserirt sich das vordere Maxillenpaar, dessen Bau man am leichtesten verstehen wird, wenn man, wie ich dies bereits früher that, auf jugendliche noch im Brutraum getragene Individuen zurückgreift. Bei C. messinensis ist »in diesem Alter die gesammte Form gestreckter und zeigt den Bau des Mandibularfusses mit mehr entwickelten Kaufortsätzen«. (Vergl. Claus l. c. Taf. X Fig. 6.) »An seiner breiten Basis erheben sich drei mit Borsten besetzte Kauhöcker, dann folgt ein mehr gestreckter Abschnitt, welcher einen

---

1) Baird, The natural history of the British Entomostraca, London 1850, pag. 176, Taf. 22 und 23.

2) Grube, Bemerkungen über Cypridina etc. Archiv für Naturgeschichte 1859, Taf. XII.

3) G. O. Sars, Oversigt af Norges marine Ostracodes. Vid-Selskabets Forhandlinger 1865.

4) Brady, Monograph of Recent British Ostracoda. Transactions Linn. Soc. Vol. XXVI.

schmalen Anhang trägt und an der Spitze ein kurzes mit Haken und Spitzen bewaffnetes Endglied aufnimmt«. Im ausgebildeten Zustand sind auch für unsere Art alle diese Theile noch nachweisbar, wenngleich ausserordentlich gedrungen und massig. Die drei untern Kaufortsätze liegen dicht zusammengedrängt (Fig. 10 *a b c*) und erst nach Entfernung derselben wird der schmale lamellöse borstentragende Anhang (Fig. 1 *o′ d*) deutlich erkennbar. Während die frühern Autoren und selbst **Liljeborg** dieses Anhangs nicht Erwähnung thun, wird demselben von G. O. **Sars** »die Bedeutung eines Gattungscharacters von Cypridina«. zugeschrieben. Uebrigens kommt dazu noch ein zweiter breiter Anhang an der Basis (*g*) welcher in eine lange Borste ausläuft und am Rande mit kurzen Wimpern besetzt ist.

Das 2. Maxillenpaar zeigt fast genau den für das entsprechende Gliedmassenpaar von C. messinensis beschriebenen Bau und trägt die grosse mit (mehr als 50) langen befiederten Randborsten besetzte Athemplatte, durch deren Schwingung eine beständige Wasserströmung in dem als Athemhöhle fungirenden Schalenraum unterhalten wird. Morphologisch und physiologisch entspricht diese Platte offenbar dem sog. Kiemenanhange am ersten Maxillenpaar von Cypris; indessen wird damit selbstverständlich ebensowenig die Idendität unserer Gliedmasse mit dem 1. Maxillenpaar bewiesen, als wegen des Vorkommens einer ähnlichen Platte am 3. Maxillenpaare von Halocypris, wie **Fr. Müller** glaubt, die Gleichwerthigkeit mit diesem Gliedmassenpaare einleuchte. Vielmehr zeigt es sich nur in höchst überraschender Weise, wie zu einer bestimmten Funktion gleichwerthige Theile bald dieser bald jener Gliedmasse in Verwendung gebracht und in ähnlicher Weise gestaltet sind. Auch am ersten Maxillenpaar ist dieser Abschnitt als schmale Lamelle vorhanden, ohne eine bedeutende Entwicklung zu gewinnen und gleiches werden wir auch am nachfolgenden 3. Kieferpaare wiederfinden. Am Stamm bildet der 2. Kiefer genau dieselbe Zahl von Kauhöckern wie bei C. messinensis und ebenso sind es die beiden obern, welche kräftige und gesägte Hakenzähne tragen. Dagegen finde ich auf der Rückenseite dieses Abschnitts nicht 3, sondern nur 2 borstentragende kurze Glieder eingelenkt.

Löst man die beiden besprochenen Gliedmassenpaare vorsichtig von ihrer Insertionsfläche ab, so bleibt das dritte von der vorausgehenden Kieferplatte theilweise überdeckte Gliedmassenpaar zurück. Abgesehen von der versteckten Lage des Ursprungs wird das Verständniss der Bedeutung dieser Gliedmasse dadurch erschwert, dass die Grund-

---

1) G. O. **Sars** l. c. pag. 103. »Maxillarum primi paris lobus exterior vel palpus intus appendix membranacea angusta et infra vergente instructus«.

glieder an ihrer Basis in der Mittellinie, man könnte sagen zu einer Art Unterlippe, verschmolzen sind. Dorsalwärts trägt jedes Grundglied eine kleine mit vier Borsten besetzte Platte (Fig. 12 g), welches ich als Rudiment einer Branchialplatte deuten möchte, medianwärts läuft dasselbe in 3 bis 4 borstenbesetzte Höcker aus. Das zweite frei vorstehende und nach hinten gerichtete Glied hat die Form einer sichelförmigen, bei unserer Art fussähnlichen Platte deren Ventralrand wiederum eine Doppelreihe längerer und kürzerer Borsten trägt. In der That erinnert die Stellung und Form dieser mehr oder minder dreieckigen Platte an den sog. Maxillarfuss von Cypris, sowie an das diesem gleichwerthige vordere Beinpaar von Halocypris, ohne jedoch morphologisch diesem (5.) Gliedmassenpaar zu entsprechen.

Die Haupteigenthümlichkeiten dieser halb als Mundtheile, halb als Bewegungsorgane gestalteten Gliedmassen, liegt gewiss ebenso in dem Mangel kräftiger Kauladen, als in dem reichen Ansatz längerer Dornen und Widerhaken. Schon dieser Bau weist auf Besonderheiten der Nahrungsaufnahme hin und wird uns in seiner Bedeutung klar, wenn wir einen Blick auf die Gestaltung des Darmcanals und die Beschaffenheit seines Inhaltes werfen. Der ausserordentlich dicke von enormen Ringmuskeln umgürtete Oesophagus führt in einen weiten sackförmigen mit schönen grossen Zellen ausgekleideten Magendarm, welcher den grössten Theil des Leibesraumes einnimmt und gewöhnlich mit unverdauten Panzern anderer Crustaceen, wie Halocypris und grösseren Körpern gefüllt ist.

Diese Nahrungsreste sind unzerstückelt und weisen darauf hin, dass die Beute nicht zerkaut, sondern in toto verschlungen wurde. Die Mundtheile fungiren demnach offenbar mehr als Greifapparate zum Festhalten, vielleicht auch zum Tödten der Beute, während das von den Lippendrüsen bereitete Secret als eine Art Speichel den leichtern Durchtritt der Beute durch das Lumen des Oesophagus zu vermitteln scheint.

Die nun folgende Gliedmasse ist der mehrfach besprochene lange geringelte Anhang, den man früher allgemein, dem fadenähnlichen Ausläufer am neunten und zehnten Fusspaare von Limnetis entsprechend, eine Beziehung zur Befestigung der Eier innerhalb der Schalenklappen zuschrieb (M. Edwards nannte ihn auch pattes oviferes), bis Fr. Müller auf die Analogie desselben mit dem zweiten Beinpaare von Cypris hinwies, dessen Bedeutung bereits Zenker als »Putzfuss« erkannt hatte. Dass diese in einfachem oder Sförmigem Bogen aufwärts gekrümmten überaus beweglichen Fäden nicht zum Tragen der Eier dienen, hätte schon aus der gleichartigen Gestaltung derselben auch im männlichen Geschlechte gefolgert werden müssen, um so bestimmter, als Niemand bislang Eier an denselben beobachtete. Trotz ihres auffallenden und von Gliedmassen abweichenden Baues wurden diese geringelten und mit steifen bedornten Borsten besetzten Anhänge von M. **Edwards** bis auf **Dana** als Füsse gedeutet und ich habe mich dieser Auffassung in meinem frühern Aufsatze[1] vollkommen angeschlossen. Die Eigenthümlichkeiten im Baue dieser Anhänge scheint mir **Fr. Müller** mit Recht auf eine hohe Vervollkommnung für ihren besonderen Gebrauch zu beziehen. »Die Beweglichkeit ist aufs höchste gesteigert, indem die Glieder in zahlreiche Ringe zerfallen sind, und statt der spärlichen Borsten von gewöhnlichem Baue, die sich bei Cypris finden, sind sie mit einer vortrefflichen Bürste ausgerüstet«. Eine wichtige Ausrüstung ist jedoch merkwürdiger Weise **Fr. Müller** ganz entgangen, nämlich die zierliche und bewegliche Zange am äussersten Ende (Fig. 13). Dienen die steifen quer und rückwärts gerichteten Borsten gewissermassen wie Haare einer Bürste, oder besser wie Besenreisser zum Abkehren der Schalenfläche von kleinen Schmutztheilen, so wird die Endzange Anlagerungen grösserer Fremdkörper zu erfassen und zu beseitigen haben.

Wenn **Fr. Müller** auf das Vorkommen von Putzfüssen auch bei höheren Crustaceen hinweist und als solche Porcellana, Hippa und Pagurus erwähnt, so möchte ich nicht unterlassen, auf den vordern Kieferfuss der Stomatopoden hinzuweisen, der bei bedeutender Länge und äusserst geringer Dicke ebenfalls mit einer kleinen Zange und einer Art Bürste endet und wahrscheinlich die Reinigung der zarten innern Schalenhaut besorgt.

Uebrigens ist der geringelte fadenförmige Putzfuss keineswegs die hinterste Gliedmasse des Leibes, vielmehr folgt noch eine achte Extremität, welche in beiden Geschlechtern verschieden gebaut, eine directe Beziehung zur Fortpflanzung erhält und beim Männchen geradezu als »Begattungsglied« bezeichnet worden ist. Dieselbe stellt jedoch nur ein Hülfsorgan der Copulation, keineswegs ein wirkliches Begattungsglied dar und entspringt zur Seite der männlichen Geschlechtsöffnung (Fig. 14 *G c e*), die auf einen papillenförmigen Höcker mündet. Im Wesentlichen den Bau einer Zange wiederholend, besteht dieselbe aus einem langgestreckten, mit kräftigen Muskeln erfüllten, von einem starken Chitinrahmen gestützten Basalglied und einem äussern schaufelförmigen stark gebogenen Endglied, welches gegen einen ähnlich gestalteten mit Hakenfortsätzen versehenen Ausläufer des Grundgliedes an einem Gelenke des Chitinrahmens eingeschlagen wird. Der Geschlechtsapparat selbst besteht bis auf den unpaaren auf der Papille ausmündenden ductus ejaculatorius aus paarigen Abschnitten, einer rundlichen weit nach vorn unterhalb des Herzens gelegenen Samendrüse und den Samenleitern, welche in sanftem Bogen nahe der Rückenseite herabsteigen und in der Basis des Abdomens zu der als Samenblase zu bezeichnenden Erweiterung des ductus ejaculatorius zusammen treten. Eine Spaltung der Samendrüse in Hodenschläuche, wie wir sie bei Cypris beobachteten, findet nicht statt, ebensowenig tritt dieselbe zwischen die Schalenlamellen ein, wie überhaupt dieser Raum bei Cypridina nur als Blutbehälter fungirt und keinerlei Theile und Anhänge innerer Organe in sich aufnimmt. Ueber die Gestalt der Samenelemente mag bemerkt sein, dass sie im Gegensatz zu den Süsswasserostracoden wie bei Cyclops rundliche Körner sind. Im weiblichen Geschlechte liegen die Ovarien und deren mit grossen Eiern erfüllten Ausführungsgänge zu den Seiten des grossen Magendarmes. Die beiden seitlichen Genitalhöcker bleiben kurz, und sind für sich allein genommen als Gliedmassen kaum erkennbar. Dieselben dienen allem Anschein nach ebenfalls als Begattungs-, als Befruchtungsorgane, indem sie zugleich das Receptaculum seminis enthalten. Bezüglich des Schwanzanhangs, welcher wie bei den Phyllopoden eine stark comprimirte am Unterrand mit einer Doppelreihe von Dornen bewaffnete Platte darstellt, mag nochmals die morphologische Gleichwerthigkeit mit der Furca der Copepoden in Erinnerung gebracht werden. Die Gestalt und Bezahnung dieser gewissermassen aus paarigen Blättern zusammengesetzten Platte liefert gute Artmerkmale. Bei unserer Art erscheint dieselbe überaus gedrungen und besitzt an jeder Seite nur 4 an Grösse rasch abnehmende Hakendornen (Fig. 15).

---

[1] **Fr. Müller** citirt die Stelle aus meinem Lehrbuch: »Das letzte Extremitätenpaar der Muschelkrebse erscheint nach dem Rücken zu emporgerichtet, verkümmert zuweilen und wird in seiner Leistung durch einen gekrümmten Faden ersetzt etc.« um daraus abzuleiten, dass ich den geringelten Faden nicht als das umgebildete Gliedmassenpaar, sondern als ein selbständiges Gebilde betrachte, das die Arbeit des verloren gegangenen Fusspaares übernommen habe. Dies ist eine missverstandene Deutung, die **Fr. Müller** nicht gemacht haben würde, wenn er meinen 1865 veröffentlichten Aufsatz gekannt hätte. Darin heisst es wörtlich: »Das Auffallende liegt in unserm Falle nur darin, dass dieser Griffel in keinem Zusammenhang mit Theilen einer Gliedmasse steht und für sich allein einer Gliedmasse zu entsprechen scheint. Der Zahl nach würde dieser Anhang dem letzten Fusspaare von Cypris gleichwerthig sein und mich dünkt die morphologische Gleichstellung beider Gliedmassen um so zuverlässiger, als auch das letzte Fusspaar jener Süsswassergattung nach oben emporsteht und zum Halten der Eier dienen soll«.

Cypridina messinensis Cls=mediterranea Costa. Fig. 16′—20.

Die Bedeutung der beiden langen Sinnesborsten an den vordern Fühlhörnern als männlicher Sexualcharacter veranlasste mich zur nochmaligen sorgfältigen Durchsicht meiner Präparate von C. messinensis, von der ich früher unter zahlreichen Individuen ein Exemplar mit zwei langen Antennenborsten gefunden, aber nicht als Männchen erkannt hatte. Zum Vergleiche konnten ferner eine Reihe kleinerer und grösserer mediterranen Cypridinen, welche als C. mediterranea Costa bezeichnet waren, benutzt werden. Handelte es sich wirklich um eine männliche Form, so war zu erklären, wie ich den wichtigsten Sexualcharacter, welcher auf die Umbildung des Nebenastes der Schwimmfussantenne zu dem Greifapparat beruht, hatte übersehen können. Die sorgfältige Untersuchung der bezüglichen Präparate führte nun zu dem Ergebniss, dass die langen Borsten in der That auf männliche Antennen zu beziehen sind, an denen sich die characteristischen gestilten Saugscheibchen in modificirter Einrichtung vorfinden, dagegen die Schwimmfussantennen den Sexualcharacter des Nebenastes vollkommen verloren haben. Und dieses Resultat fand sich durch die Vergleichung von Weingeistexemplaren der mediterranen [1]) Art bestätigt. Was zunächst die vordern Fühlhörner anbetrifft, so zeigt der Bau und die Gliederung derselben eine grosse Uebereinstimmung mit der beschriebenen Art. Selbst die Gestaltung der grossen Borstenanhänge ist eine überaus ähnliche bis auf die mit Saugscheibchen besetzten Seitenborsten des männlichen Geschlechts (Fig. 16′). Auch hier findet sich die Auftreibung am Grunde vor, dagegen anstatt der doldenähnlichen Gruppe von sechs Haftscheibchen die Vertheilung derselben auf drei Gruppen. Unterhalb zweier Gruppen von je zwei auf gemeinsamen Stile dicht nebeneinander gestellten Haftscheibchen inserirt sich dicht über der mehr länglichen Basalauftreibung auf kurzem Stile eine relativ umfangreiche Saugscheibe (α), welche, wie mir scheint, die Funktion des an der Schwimmfussantenne fehlenden Klammerapparates übernommen hat. An dieser letztern aber hat der Nebenast bei ganz rudimentärer Entwicklung genau die Gestalt der weiblichen Antenne bewahrt und besteht wie diese aus zwei kurzen Gliedern, deren Endborste mehr oder minder hakenförmig umgebogen sein kann (Fig. 17). Weitere Charactere unserer Art liegen, von der Schalenform abgesehen, für die ich auf die von mir früher mitgetheilte Abbildung verweise, in der besondern Form und Bewaffnung der Mundesgliedmassen und des Abdomens. Die Kinnbackenfüsse sind gedrungener, das dritte Glied auffallend dick, das vierte langgestreckt, aber in seiner obern Hälfte beträchtlich stärker als in der verschmälerten untern, auf welche die Haarborstenreihe nicht herabreicht. Das Endglied kurz, aber deutlich erkennbar, seine drei Hakenklauen von nahezu gleicher Länge. Am vordern Maxillenpaar (Fig. 19) ist das äusserste Endglied beträchtlich höher und schmäler als bei der erstern Art, auch mit stärkern kammförmig gestellten Sägeborsten bewaffnet. Der Endlappen des dritten Kieferpaares bildet eine kürzere mehr dreieckige Lamelle, mit andern zahlreichen Randborsten. Dagegen ist die Furcalplatte des Abdomens sehr langgestreckt und am Hinterrande jederseits mit 10 bis 11 Hakendornen besetzt. Schliesslich mag hier eine Berichtigung ihren Platz finden. Wenn ich in meinem frühern Aufsatze zwei schräg sich kreuzende Muskelbündel zu den Seiten des Herzens als die Schliessmuskeln beschrieb und den Schalenverschluss bei Cypridina auf ein einfaches Anlegen der muschelförmigen Schalenduplikaturen an die Seitentheile des Leibes zurückführte, so ist dies eine irrthümliche Auffassung gewesen, die ich hier zurücknehmen muss. Die beschriebenen Muskeln sind eben nur Rückenmuskeln, wie sie sich ähnlich auch bei andern Ostracoden finden; der eigentliche Schliessmuskel fehlt den Cypriden keineswegs und durchsetzt wie bei Cypris und Cythere vor der Musculatur der Kiefer quer die Leibeshöhle, um sich mit seinen seitlichen Bäuchen ziemlich in der Mitte des Körpers an der Schale zu befestigen. Auch die Cypridinenschalen besitzen daher Muskeleindrücke zunächst an der Innenlamelle, zeigen aber auch an der betreffenden Stelle der dicken Aussenlamelle eine veränderte Schalensculptur.

---

[1]) Die Idendität der messinesischen Art mit C. mediterranea Costa kann auf Grund der Costa'schen Abbildungen nicht bewiesen werden. Sicher aber ist die Uebereinstimmung der messinesischen Form mit einer im Mittelmeer verbreiteten Art, die wahrscheinlich auch Costa's Beschreibung zu Grunde lag.

Cypridina monopia n. sp. (Fig. 21—31).

Unter den Cypridinen von Palawang fand ich ein grosses abweichend gestaltetes Exemplar, das schon mit Rücksicht auf die Schalenform einer besondern Art zugehören musste und deshalb einer sorgfältigen Untersuchung und Zergliederung unterworfen wurde. Auffallenderweise fehlte demselben das grosse zusammengesetzte Seitenauge vollständig, ein Mangel, den ich mir anfangs nicht anders als in Folge einer zufälligen Verletzung erklären konnte. Indessen musste diese Ansicht bei genauer Prüfung um so sicherer zurückgewiesen werden, als sich auf beiden Seiten völlige Symmetrie herausstellte und kein Zeichen einer Verletzung oder Beschädigung erkannt werden konnte. Als ich nun gar die enorme

Grösse des unpaaren Stirnauges gewahrte, welches rechts und links durch die Basalplatte der Schwimmfussantenne hindurchschimmerte, da durfte ich als ziemlich sicher betrachten, dass der Mangel des seitlichen Auges normal sei und das unpaare Auge als Ersatz des fehlenden Augenpaares die enorme Grösse und Entwicklung gewonnen, dass es sich um einen Fall von Compensation und Stellvertretung zweier Organe nahe übereinstimmender Funktion, aber verschiedener morphologischer Bedeutung handele, der wiederum ein treffendes Beispiel für die grosse Wahrscheinlichkeit der genetischen Erklärung der Artenverwandtschaft liefere. Und diese Anschauungsweise dürfte durch unsern Fall um so schlagender beleuchtet sein, als sämmtliche übrigen Organe denen der bekannten Cypridinenarten so nahe stehen, dass es schwer hält, unsere Art generisch zu trennen.

Bezüglich der Schalenform unserer 3½ Mm. langen Cypridina mag es genügen auf die Abbildungen (Fig. 21 und 22) zu verweisen und die grosse Uebereinstimmung mit der von Dana[1]) (Taf. 10 Fig. 2) gegebenen Abbildung der C. punctata Dana vom Soolo-See hervorzuheben. Die Dana'sche Art ist jedoch weder näher beschrieben, noch genauer untersucht und kann deshalb unmöglich als solche anerkannt werden. Wohl aber verdient ein Merkmal an der Abbildung hervorgehoben zu werden, welches Dana im Texte gar nicht berührt, der Mangel des seitlichen Augenpaares, welches für alle andern Cypridinenarten Dana's markirt worden ist. Dieser Mangel scheint mir nicht zufällig zu sein, sondern ebenso für die Richtigkeit meiner obigen Darlegung, als für die Wahrscheinlichkeit zu sprechen, dass Dana's C. punctata von C. monopia nicht verschieden ist. Die zahlreichen runden Concretionen, welche (Fig. 22) in der Schalensubstanz hervortreten, sind keineswegs ein Character unserer Art, sondern finden sich gelegentlich auch im Integument von C. stellifera mehr oder minder reich verbreitet, es handelt sich hier um rundliche Kalkscheiben von concentrisch strahligem Gefüge, und genau von der Form wie sie nach Harting aus Eiweisskörpern und Kalksalzen künstlich erzeugt werden. Auch im Integumente anderer Crustaceen finden sich dieselben Ablagerungen, so unter anderen bei zahlreichen Hyperidenarten.

Das unpaare Auge füllt die kegelförmige Erhebung an der Stirngegend vollständig aus. Jene aber hat sich zu solchem Umfang vergrössert, dass

---

1) Die ganze Dana'sche Beschreibung beschränkt sich auf eine kurze, der Schalenform entlehnte Diagnose »Compresso ovoidea, punctata; latere visa late elliptica, postire gibbosa, infra supraque aeque arcuata, antice breviter rostrata, fronte prominula, ultra testam infra-anticam saliente, rostro acuminato; superne visa angusta-elliptica, extremitatibus rotundatis. Spinulae caudales decem« und ist vollkommen unzureichend.

sie den Frontalgriffel von oben überdeckt und überragt. Im Wesentlichen aber finden wir in dem Auge dieselben Elemente, wie wir sie oben für das Stirnauge von C. stellifera beschrieben haben, einen grossen hufeisenförmigen Pigmentfleck, Kerne und Ganglienzellen, streifige Nervensubstanz und eine Fülle von Zapfen, welche bilateral symmetrisch in wellenförmigen Reihen gruppirt beim ersten Anblick an die Nesselbatterien der Siphonophoren erinnern. Während wir dort jederseits kaum mehr als 8 bis 10 Zapfen beobachten, taxire ich die Zahl derselben in dem Auge unserer Species auf einige hundert jederseits (Fig. 23). Näheres aber über die feinere Structur und den Zusammenhang der Elemente dieses merkwürdigen Sinnesorganes war ich nicht zu ermitteln im Stande.

Die Besonderheiten der Gliedmassen tragen sämmtlich nur den Character von Artmerkmalen. Die Antennen des ersten Paares sind 7gliedrig, doch gestreckter (besonders das vierte und fünfte Glied) als die der beiden andern Arten, stimmen dagegen wieder in der Zahl und Gestaltung der Borstenanhänge mit jenen fast genau überein. Leider vermag ich über das Verhalten der männlichen Haftscheibenborsten nichts zu berichten.

An den Schwimmfussantennen ist der Nebenast 3gliedrig (Fig. 24), doch von eigenthümlicher Form, der Hauptast wie auch bei den übrigen Arten 9gliedrig. Der Kinnbackenfuss erscheint ausserordentlich kräftig und reich beborstet (Fig. 26). Sein Basalglied ist dick und stark, der kurzbehaarte Kieferfortsatz kegelförmig. Am Innenrande des zweiten Gliedes erheben sich mehrere Borsten, von denen die obere am längsten und kräftigsten ist. Das dritte Glied, von dem fast schuppenförmigen Nebenast überdeckt, hat eine beinahe trigonale Form, das vierte sehr gestreckte Glied ist längs des obern Randes bis über den Anfang des letzten Dritttheils dicht mit Borsten besetst, aus denen einzelne stärkere hervorragen. Von den terminalen Haken ist der untere am grössten. Eine sehr characteristische Gestalt besitzt die Oberlippe durch ihre beiden seitlichen Fortsätze, die kieferartig nach rechts und links auseinanderstehen und von den Ausführungsgängen zweier Drüsen durchsetzt werden. Auch fehlen zwei seitliche warzenförmige Erhebungen nicht (Fig. 25). Von den Maxillen sind die obern breit und gedrungen (Fig. 27), das Endglied kurz und breit stark bezahnt, die schmale Seitenplatte mit langen Borsten besetzt und die drei Kieferfortsätze mächtig entwickelt. Die beiden Tasterglieder des zweiten Maxillenpaares treten ansehnlich hervor, das grössere vordere ist breit und vorn an der Basis wie bei C. mediterranea mit einem kleineren Nebentaster besetzt (Fig. 28). Am dritten Maxillenpaare stehen die Kieferfortsätze des Grundgliedes bedeutender vor, und die Endlamelle hat eine gestreckte fast sichelförmige Gestalt. Ihre Borsten bleiben mit Ausnahme der beiden langen Terminalborsten kurz und sind dicht befiedert, wie überhaupt die ganze Oberfläche dieser Gliedmassen mit kurzen Härchen bedeckt wird (Fig. 29). Die doppelt Sförmig gebogenen Putzfüsse enden mit sehr zierlich gebauter Greifzange, über der sich ein dichter Schopf von Fiederborsten erhebt (Fig. 30). Der Schwanzanhang endlich zeichnet sich durch den Besitz von fünf gezähnelten Hakenborsten an dem Hinterrand jeder Seite aus (Fig. 31); dieselbe Zahl, die Dana für C. punctata angiebt.

Neben dem Mangel des Augenpaares könnte noch ein zweites Merkmal als Grund zur generischen Trennung von »Monopia« und Cypridina geltend gemacht werden, das Vorhandensein eines kurzgestilten Tförmigen Schlauches etwas vor und zur Seite des Herzens hinter dem Ursprung der Fühlhörner (Fig. 21 *K*). Die Bedeutung dieses Anhangs vermag ich auf nichts anderes als auf Kiemen zu beziehen, welche bereits von Fr. Müller für einige vielleicht ebenfalls generisch zu trennende Cypridinaarten beschrieben aber hier hinter dem Herzen am Rücken gelegen sind, während man dieselben als Extremitätenanhänge hätte erwarten sollen. Immerhin ist bei solchen scheinbar sehr bedeutenden Abweichungen die grosse Uebereinstimmung im Bau aller Gliedmassen und insbesondere der Mundwerkzeuge unserer Art mit den oben besprochenen kiemenlosen Cypridinen wohl im Auge zu behalten. Leider wissen wir über die Besonderheiten dieser Körpertheile an den beiden Fr. Müller'schen Arten zu wenig, um das Verhältniss derselben zu unsern Formen näher feststellen zu können.

Erklärung der Tafeln X. XI.

Fig. 1—14. Cypridina stellifera von Palawang.

Fig. 1. Männchen derselben in seitlicher Ansicht nach entfernter linker Schalenklappe unter starker Loupenvergrösserung.
a Vordere Andenne. *b* Schwimmfussantenne. *c* Kinnbackenfuss. *l* Oberlippe. *d* Kiefer des ersten Paares, *e* des zweiten, *f* des dritten Paares. *g* Putzfuss. *h* Genitalfuss. *F* Furcalstück des Abdomens. *C* Herz. *O* Auge. *T* Hoden oder Samenleiter. *M* Magen.

Fig. 1'. Schalenklappe des Männchens von der innern Fläche gesehen. Die innere Lamelle mit den sternförmigen Pigmentzellen ist in der Mitte theilweise abgerissen.

Fig. 2. Weibchen derselben Art. Die Buchstaben bezeichnen dasselbe wie in Fig. 1. *Ov* Ovarium.

Fig. 2'. Schalenklappe desselben.

Fig. 3. Stirnerhebung und Griffelfortsatz des unpaaren Auges. Man sieht unterhalb des Integuments den hufeisenförmigen Pigmentfleck, sodann die Kerne von Ganglienzellen und zwei seitliche Gruppen von lichtbrechenden Zapfen.

Fig. 4. Männliche Antenne. Nur die 3 letzten Glieder sind ausgezeichnet, zu den beiden mittlern nur die Conturen angelegt. *a* Borstenanhang mit fiederständig gruppirten Riechfäden am drittletzten Gliede. *b* Untere, *c* obere Seitenborste des Endgliedes mit der armleuchter-ähnlichen Gruppe von Haftscheiben. *d d'* Die Basis der beiden langen Endborsten. *e e'* Die beiden terminalen Borstenschläuche.

Fig. 5. Die 3 Endglieder der weiblichen Antenne. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 4.

Fig. 6. Nebenast der männlichen Schwimmfussantenne mit Greifhand.

Fig. 7. Derselbe von der weiblichen Antenne.

Fig. 8. Oberlippe. *a* Kamm. *b* Seitengewölbe. *c c'* Die seitlichen Papillen mit den schlauchförmigen Drüsengängen.

Fig. 9. Kinnbackenfuss derselben Art. *a* Mandibularfortsatz. *b* Nebenast.

Fig. 10. Maxille des ersten Paares. *a* Basalglied mit Kieferfortsatz. *b c* Die beiden folgenden sehr kurzen Gliederstücke mit Kieferfortsätzen. *d* Schmale borstenrandige Seitenlamelle. *e* Hauptglied. *f* Endglied. *g* Rudimentäre Fächerplatte.

Fig. 10'. Die obern Glieder der Maxille nach Entfernung von *a b c*.

Fig. 11. Maxille des zweiten Paares mit der grossen borstenrandigen Fächerplatte. *a b* Die beiden Tasterglieder. *α β γ* Die drei kurzgekerbten Kaufortsätze. *δ* Starker unterer Kaufortsatz mit Querreihe von Zähnen. *ε* Starker oberer Kaufortsatz mit Querreihe von Zähnen und aufliegenden Dornborsten.

Fig. 12. Maxille des dritten Paares mit der der andern Seite am Grunde des Basalgliedes *a* verwachsen, *b* fussförmige Endlamelle, *g* Fächerrudiment.

Fig. 13. Greifzangenglied des geringelten schlauchförmigen Putzfusses.

Fig. 14. Die beiden männlichen Genitalfüsse mit Endzangen und medianem Penis. *Vd* Vas deferens. *S* Samenblase und Ductus ejaculatorius.

Fig. 15. Endstück des Hinterleibes mit den 4 Endhaken. *A* After. *G* Genitalfuss des Weibchens mit seitlicher Geschlechtsöffnung. *rcp* Receptaculum seminis. Nur die eine Seite des Abdomens ist dargestellt.

Fig. 16. Oesophagus mit Muskelbefestigung, trichterförmigen Endstück, auf welches die erste Reihe von Magenzellen, einen zierlichen Kranz bildend, folgt.

Figg. 15—20. Cypridina mediterranea = messinensis.

Fig. 16'[1]. Innere Seitenborste mit den 3 Gruppen von Saugscheiben von der männlichen Vorderantenne. α Die untere grosse Saugscheibe.

Fig. 17. Nebenast nebst den beiden vordern Gliedern des Hauptastes der männlichen Schwimmfussantenne.

Fig. 18. Die Endglieder des Kinnbackenfusses.

Fig. 19. Borstenbesatz am Endstück der vordern Maxille.

Fig. 20. Furcalplatte mit der Bezahnung des hintern Seitenrandes.

Figg. 21—31. Cypridina monopia = Monopia flaveola.

Fig. 21. Weibchen von der Seite nach Ablösung der linken Schalenklappe. *O'* Unpaares Stirnauge. *K* Kiemenanhang. *S M* Schliessmuskel der Schale.

Fig. 22. Schale von der Aussenfläche unter schwacher Loupenvergrösserung.

Fig. 23. Stirnauge mit dem unterständigen Stirngriffel *G* und den zahlreichen Stäbchen.

Fig. 24. Nebenast der Schwimmfussantenne.

Fig. 25. Oberlippe.

Fig. 26. Kinnbackenfuss.

Fig. 27. Maxille des ersten Paares.

Fig. 28. Die Tasterglieder des zweiten Maxillenpaares.

Fig. 29. Drittes Maxillenpaar.

Fig. 30. Das obere Ende des geringelten Putzfusses.

Fig. 31. Furcalplatte mit der Zahnbewaffnung der einen Seite.

---

[1] Der Index ist an der Zahl der Figur unten links auf Tafel XI vergessen worden.

Die Krätzmilben der Vögel.

Ein Beitrag zur Kenntniss der Sarcoptiden.

Von

E. Ehlers M. D.,
Professor der Zoologie in Erlangen.

Mit Tafel XII. XIII.

Unter dem Namen Sarcoptes mutans hat Robin[1]) eine Milbe beschrieben, welche auf Hühnern lebt und dort eine Borkenkrätze erzeugt, aber auch auf das Pferd übertragbar ist. Ich habe Gelegenheit gehabt, eine diesem Sarcoptes mutans sehr nahe stehende Form untersuchen zu können, und gebe davon eine Beschreibung, nicht sowohl weil diese Milbe in einzelnen wenigen Puncten von der Robin'schen Art sich unterscheidet, sondern weil bisweilen meine Beobachtungen über den Bau dieser Thiere mit den Angaben Robin's nicht übereinstimmen oder dieselben erweitern; und besonders um auf diese wenig beachtete Form aufmerksam zu machen, die als eine wahre auf Vögeln lebende Krätzmilbe von den Krätzmilben der Säugethiere erheblich abweicht, und in der Ausbildung des geschlechtsreifen Weibchens über den Formenkreis der nächstverwandten Thiere hinausgeht.

Der Vögel, an welchem ich die hier zu schildernde Milbe fand, war eine Munia maja. Ich erhielt denselben von Herrn v. Freyberg in Regensburg mit der Angabe, dass krankhafte Auswüchse an der Wurzel des Schnabels von ihm zu wiederholten Malen fortgeschnitten und geätzt seien, sich aber stets von neuem erzeugt hätten. Die Befiederung des Vogels war, als ich ihn erhielt, in einem schlechten Zustande; die noch vorhandenen grossen Federn des Schwanzes und der Flügel hatten theils zerschlissene Fahnen, theils auch beschädigte Schafte, oder waren geknickt und zerstossen; das kleine Gefieder war unvollständig, so dass die Körperoberfläche an einzelnen Stellen kaum gedeckt war, und gleichfalls stark beschädigt. Hier und da sassen in der Haut die Federbälge neu hervorwachsender Federn, aber auch diese waren unvollständig und keine dieser Federanlagen gelangte später zur Entwicklung. Die Schienen und Schilder der Beine waren durch Wucherung verdickt, und standen zum Theil an den Rändern sperrig ab. Die meisten Veränderungen zeigte der Schnabel: die Spitzen des Ober- und Unterschnabels waren lang ausgewachsen, die des Unterschnabels dabei zugleich gespalten; an der Schnabelwurzel sass eine Masse von gelblich grauen höckerigen Auswüchsen, die an den Aesten des Unterschnabels sich etwas gegen die Haut des Halses hin erstreckten, am Oberschnabel dagegen schärfer gegen den befiederten Stirntheil hin abgesetzt waren. Diese Auswüchse waren der Sitz der zu beschreibenden Milben, und offenbar durch die Anwesenheit und Thätigkeit derselben erzeugt: es waren die Borken einer Borkenkrätze. Ihre oberen Theile waren trocken, liessen sich leicht abbrechen, und zerfielen dabei in unregelmässige Brocken; die tieferen Theile waren mehr durchfeuchtet und zäher, löste man sie mit dem Messer heraus, so brach man oft grössere Stücke ab, und legte dann eine leicht blutende Grundfläche blos. Die Massen bestanden aus Epidermisschuppen, welche unter einander verklebt waren; sie waren von Gängen durchsetzt, in welchen sich die Milben, deren abgelegte Häute und kleine Kothballen fanden. Diese Gänge verliefen meist gradlinig, oder nur wenig geschlängelt, und drangen fast senkrecht von oben in die Tiefe hinein; dabei waren sie so sehr einander genähert, dass die Durchschnitte der Massen, welche rechtwinklig zur Richtung der Gänge gelegt wurden, ein wabiges Aussehen zeigten, da die Lumina der Gänge grösser als die Dicke der sie trennenden Wände waren. In den Stücken aus den tieferen Gegenden der Borken erkannte man dann mit unbewaffnetem Auge die in den Gängen sitzenden grossen weiblichen Milben. — Weder an den Beinen noch an irgend einer Stelle der Körperoberfläche fanden sich sonst Milben oder von ihnen erzeugte Gänge oder Borken.

---

[1]) Ch. Robin, Mémoire zoologique et anatomique sur diverses espèces d'Acariens de la Famille des Sarcoptides. Bulletin de la société impériale des naturalistes de Moscou. T. 33. 1860 pg. 184 ff.

cfr. Lanquetin et Reynal, Maladie parasitaire des oiseaux de basse cour. Gazette médic. de Paris. Paris 1859. pg. 407. Im Auszuge mitgetheilt bei Fürstenberg, Die Krätzmilben. Leipzig 1861. pg. 163.

Lanquetin et Robin, Mémoire sur une nouvelle espèce de Sarcoptes parasite de Gallinacé. Comptes rendus. T. XLIX. 1859. pg. 793.

Eine kurze Notiz über diesen Gegenstand gab ich in den Sitzungsberichten d. phys.-med. Societät zu Erlangen. 1872. Heft 4. pg. 79.

Ich habe den Vogel längere Zeit beobachtet, in der Hoffnung zugleich die Entwicklung der Milben ganz beobachten zu können. Die Borken auf der Schnabelwurzel zeigten ein rasches Wachsthum, denn wenn sie bis auf die blutende Fläche der Cutis abgetragen waren, so ergänzten sie sich in kurzer Frist so, dass nach wenig Wochen die Schnabelbasis wieder von grossen höckerigen Excrescenzen umfasst war; unter dem Reiz der Milben fand hier eine sehr lebhafte Epidermiswucherung statt. Gleichzeitig erfolgte aber auch, offenbar durch den gleichen Reiz hervorgerufen, ein starkes Wachsthum der Schnabelspitzen verbunden mit einer Deformirung derselben; und ich musste mehrere Male die grossen weisslichen hakenförmigen und lang überhängenden Schnabelspitzen abschneiden, weil sie dem Vogel beim Fressen hinderlich waren. Im Gegensatz zu dieser localen Wucherung der Epidermis fand eine Erneuerung des Gefieders nicht statt: es kam weder zu einer allgemeinen Mauserung, noch zu einer Neubildung einzelner verloren gegangener Federn, wie denn auch das ganze Federkleid den Eindruck machte, als ob der Vogel es schon seit längerer Zeit in der normalen Mauserung nicht gewechselt habe. Es liegt nahe zu denken, dass dieser schlechte Zustand des Gefieders mit der Bildung der Krätzborken in Zusammenhange steht, so zwar, dass durch die übermässige Production der Epidermiszellen am Schnabel die gesammte Hautoberfläche in der Weise in Mitleidenschaft gezogen ward, dass hier eine Neubildung der Epidermoidalgebilde nicht erfolgen konnte.

Der Vogel kränkelte und starb; seine Eingeweide zeigten keine krankhaften Veränderungen; die grosse Abmagerung des Körpers liess es wahrscheinlich erscheinen, dass der Vogel durch die fortschreitende Missbildung des Schnabels unfähig geworden, sich gehörig zu ernähren, und dadurch zu Grunde gegangen sei.

Ich lasse nun eine Beschreibung der Milben folgen, die leider nicht ganz vollständig ist, da der Vogel starb, bevor ich meine Untersuchungen zu Ende geführt hatte. Damit verlor ich vor Allem die Gelegenheit, die Entwicklungsgeschichte der Thiere ganz kennen zu lernen; wohl hatte ich versucht, die Milben auf Hühner zu übertragen, allein diese Versuche waren erfolglos geblieben, und da mein Material erschöpft und ich keine Aussicht habe, in der nächsten Zeit zu gleichen Beobachtungen neue Gelegenheit zu finden, übergebe ich trotz ihrer Lücken die Befunde jetzt der Oeffentlichkeit.

Von den geschlechtsreifen Milben ist das Weibchen bedeutend grösser als das Männchen und wesentlich anders gebaut. Die weiblichen Thiere (Taf. XII Fig. 1, 2), welche ich besonders in den tiefen durchfeuchteten Theilen der Borken fand, wo sie das Lumen des Ganges, in dem sie sassen, ganz ausfüllten, erschienen dem unbewaffneten Auge als kleine weisse Körnchen, an welchen die Loupe leicht bräunliche Zeichnungen erkennen liess. Aus dem Gange herausgenommen und auf den Objectträger gebracht war ein solches Weibchen unfähig sich fortzubewegen, da der Körper durch die sich im Innern entwickelnden Eier in der Art fast kugelig aufgetrieben war, dass die kurzen Beine die ebene Fläche nicht erreichten; die schwerfälligen trägen Bewegungen der Beine waren hier vergeblich. Ein solches Thier war 0,25 Mm. lang, und 0,22 Mm. breit; der Dickendurchmesser stand der letzten Dimension wenig nach. Die Grundfarbe des Körpers war ein mattes Weiss. Die Rückenfläche ist hochgewölbt, bei Weibchen mit mehreren entwickelten Eiern im Innern ist die Wölbung gleichmässig prall; bei anderen zeigt sich wohl in der Region der hinteren Beine eine leichte von den Flanken zur Rückenfläche gehende Einschnürung, hinter welcher die Rückenfläche stärker abfällt. Auf dem vorderen Drittel der Rückenfläche liegt in der Mitte ein spiegelblankes, oblonges Feld, welches an seinen beiden Längsseiten von je einer derben hornbraunen chitinigen Leiste eingefasst ist, zwischen deren meist etwas verbreiterten Hinterecken eine den hinteren Rand des Feldes ausmachende feine braune Leiste verläuft; der hintere Theil dieses glatten so umsäumten Feldes ist verwaschen bräunlich gefärbt und mit kleinen Puncten staubartig bedeckt; diese Färbung und Punctirung erstreckt sich immer auch etwas seitwärts von den Hinterecken des Feldes. — Die Leisten, welche das Feld einfassen, sind Verdickungen der Chitinhaut, welche nach innen vorspringen; das ganze Feld stellt eine Platte dar, die so weit sie bräunlich gefärbt erscheint, dicker und fester als in den farblosen Theilen ist; die bräunlichen Pünctchen sind, wie man bei starker Vergrösserung sieht, die Bilder von Porenkanälen, welche die Dicke der Platte durchsetzen. — Robin bezeichnet die Leisten, welche die Platte begrenzen, als Fortsetzungen der Epimeren des ersten Beinpaares auf die Rückenfläche, die hier untereinander in Verbindung treten sollen. Dem kann ich nicht beipflichten. Allerdings treten die Vorderenden dieser Leisten am Vorderrande des Körpers nahe an die Epimeren des ersten Beinpaares hinan, und es kann, wenn man ein durch Druck flachgedrücktes Thier untersucht, der Anschein einer solchen Verbindung entstehen. Immer aber habe ich die Epimeren von diesen Leisten deutlich getrennt gesehen, und wenn man die abgelegten Milbenhäute untersucht, oder durch Alkalien den Körper der Milben schwach macerirt, so erhält man leicht diese ganze Platte isolirt, und überzeugt sich von ihrer Unabhängigkeit von den Epimeren. Eine solche isolirte Platte habe ich auf Taf. XIII Fig. 18 abgebildet; man erkennt daran wie der dünne, mit Porenkanälen besetzte Theil der Platte von scharfen Kanten der seitlichen Leisten ausgeht. — Die Bedeutung der Platte besteht darin, dass an ihrer inneren Fläche sich die Muskeln anheften, welche zur Bewegung der Mandibeln dienen. — Jederseits neben dieser Platte ist die übrige Rückenhaut glatt und blank; eine Anzahl scharf eingerissener feiner parallel zu einander laufender Furchen zieht von der Bauchseite her gegen den Rand der Platte. Etwa auf der Mitte dieser glatten Fläche stehen jederseits zwei sehr kleine kurze Härchen dicht nebeneinander; ich nenne sie Schulterhaare. Der übrige Theil der Rückenfläche, der übrigens durch keinerlei Furche von dem vorderen Theile geschieden ist, trägt in seiner Mitte eine Anzahl unregelmässiger Furchen, durch welche flache und breite schwach schuppenförmig sich erhebende Theile begrenzt werden. Rings um diesen schuppigen Bezirk werden die Furchen länger, und so treten an den abfallenden seitlichen und hinteren Theilen der Rückenfläche lange parallele Furchen auf, durch welche ein schuppiges Aussehen nicht mehr erzeugt wird. — Man erkennt bei einer Ansicht der Rückenfläche in der Mitte des Hinterrandes die längslaufende Afterspalte. Von ihr durch einen kleinen Abstand entfernt steht jederseits auf einer kleinen Papille ein grade nach hinten gerichtetes feines glattes spitz auslaufendes Haar, das fast so lang als der Körper ist und dadurch sehr auffällt.

Ausser diesen langen Analhaaren trägt die schuppige und gefurchte Rückenfläche eine Anzahl sehr kleiner Haare, welche ich nur mit sehr starken Vergrösserungen erkennen konnte: es sind vier Paare, von denen die des letzten zwischen den Analhaaren und der Afterspalte stehen, während die übrigen je weiter nach vorn um so mehr von der Mittellinie sich entfernen, so dass die des ersten Paares etwa in gleicher Linie mit den Schulterhaaren stehen. Auf dem seitlichen Körperumfange stehen in der halben Länge des Körpers zwei kurze Flankenhaare.

Die Bauchfläche ist in der Mitte am stärksten gewölbt und findet ihre höchste Erhebung da, wo zwischen dem zweiten Beinpaare die Mündung der Oviducte liegt. Der zwichen dieser und der Afterspalte gelegene mittlere Theil der Bauchfläche besitzt scharf gerissene Furchen, welche nach hinten leicht convex gekrümmt quer und parallel untereinander verlaufen; wenig auffallende Furchen finden sich an den Seitenflächen des mittleren Körpertheiles und greifen gegen die Rückenfläche hinauf.

Die weibliche Geschlechtsöffnung und ihre Umgebung bot ein wechselndes Aussehen, wohl ungleich nach der jeweiligen Thätigkeit der Geschlechtsorgane; sie war in einzelnen Fällen eine enge Querspalte, von flachen Rändern umgeben, in anderen weit klaffend und dann nach rückwärts von dem Rande der hier stark über das übrige Niveau der Bauchfläche sich erhebenden Körperhaut umfasst. Die auf der Bauchfläche stehenden Haare sind eben so kurz wie die der Rückenfläche;

jederseits steht ein solches zwischen den Epimeren der vorderen, und denen der hinteren Beinpaare; ferner stehen hinter der Genitalöffnung zwischen der Mittellinie und den medianen Enden der Epimeren der hinteren Beine jederseits Härchen, welche die Ecken eines mit der Spitze nach vorn gerichteten Dreieckes bezeichnen, und zuletzt steht je ein Haar vor und lateralwärts von den Analhaaren.

Die vier Beinpaare sind so gestellt, dass die beiden vorderen nach vorn und seitwärts gerichteten jederseits einander genähert auf der vorderen Körperhälfte, die hinteren nach hinten und seitwärts gerichteten auf der hinteren Körperhälfte stehen; alle nahe dem Seitenrande doch so, dass bei der Rückenansicht nur die Endglieder der vorderen Beine über den Körperrand hervorragend gesehen werden. Alle Beine sind stummelförmig kurz, 0,0324 Mm. lang. An den vorderen Beinen sind (Taf. XIII Fig. 6. 7) die Epimeren schmale hornartig braune Leisten, welche von aussen medianwärts und nach hinten gerichtet, dabei etwa von der Mitte ab medianwärts convex gekrümmt sind; die der gegenüberstehenden Beine sind durch einen beträchtlichen Zwischenraum von einander getrennt; die des vorderen Beinpaares sind kürzer als die des zweiten, welche sich an ihrem medianen Ende oft zu einer unregelmässig gestalteten Platte erweitern. Das laterale Ende der Epimeren ist, wie man bei günstiger Lagerung der Thiere auch ohne Präparation sieht, etwas erweitert und gabelig gespalten. Von jeder Epimere geht eine dünne Chitinplatte (Apodema) in den Binnenraum des Körpers und dient Muskeln zur Insertion. Mit der Robin'schen Darstellung der Epimeren kann ich insofern nicht übereinstimmen, als ich weder die Fortsetzung der Epimeren auf die Rückenfläche, wie oben erwähnt, noch eine Articulation der ersten Epimeren mit den Fresswerkzeugen und eine Articulation der beiden ersten Epimeren untereinander sehe, wenn die Theile auch gelegentlich sich recht nahe rücken.

An das laterale Ende der Epimeren schliesst sich ein festes, so weit ich gesehen, unbewegliches, von brauner Chitinplatte gedecktes Stück an (»hanche« Robin), in dessen nach aussen gerichteter Hohlkehle das gegliederte Bein beweglich eingelenkt ist, so dass es hier nicht nur wie in einem Hüftgelenke gedreht, sondern auch etwas ausgestreckt und eingezogen werden kann. Die Chitinplatte hat im Allgemeinen die Form eines Siegelringes, der in seinem schmalen Abschnitte unterbrochen ist, mit dem breiten Theile nach vorn und aufwärts sich wendet. — Das hier sich anschliessende bewegliche Bein besteht aus drei deutlich von einander geschiedenen Gliedern, welche zusammen einen kurzen stumpfen Kegel bilden; alle besitzen braune Chitinplatten, deren Form mit Ausnahme der letzten, auf einen Ring zurückzuführen ist. Bei dem aus der »Hüfte«

hervorragenden Gliede (»exinguinal« oder »trochanter« Robin) erhält die ringförmige Platte dadurch, dass ihr nach aussen und abwärts gerichteter Umfang bedeutend höher als der übrige Theil ist, die Form eines Kegels, dessen Spitze schräg gegen die Basis hin abgeschnitten ist. Das folgende Glied (»femoral« oder »cuisse« Robin) zeigt in seiner Chitinplatte die Ringform am reinsten, sie ist in allen Dimensionen kleiner als die vorhergehende. Den Schluss des Beines bildet ein von derben Chitin gebildetes klauenähnliches Glied; nach Robin stehen bei Sarcoptes mutans hier zwei von einander getrennte Glieder die er als »jambe« und »tarse« unterscheidet. Ich habe nur ein einziges Glied erkennen können, gebe aber zu, dass man an diesem zwei mit einander verschmolzene Abschnitte unterscheiden kann, von welchem derjenige, welcher Robin's »jambe« entspricht, die von einer halbringförmigen Chitinplatte umfasste Basis darstellt, von welcher der »tarse« sich in Form einer gezähnten Klaue erhebt. An dieser derben Klaue stehen vier Zähne, von denen die beiden mittleren spitzen und gekrümmten grösser sind, als die von aussen davon stehenden kleineren und stumpferen, die mehr als die vorgezogenen Ecken des Basalstückes erscheinen. In manchen Fällen finden sich neben den Zähnen kleine Haare, welche, da ich sie nicht immer sehe, vielleicht durch Abnutzung verloren gehen.

An den hinteren Beinen sind die Epimeren kürzer als an den vorderen, sonst ähnlich gestaltete braune Leisten mit einer in die Tiefe gehenden hellen Platte und einem zweizinkigen lateralen Ende (Taf. XIII Fig. 8, 9). Die Epimere des vorletzten Beines besteht aus zwei getrennten Stücken; am hinteren Beine habe ich bisweilen gleichfalls ein kleines Stück vom Hauptstücke getrennt gefunden. An beiden Beinpaaren trägt die grosse Hüfte eine Chitinplatte, welche tutenförmig gekrümmt erscheint; aus der weiten Oeffnung der Tute geht das erste Glied des Beines hervor, das an Grösse dem Hüftgliede kaum nachsteht; die Chitinplatte, welche es deckt, stellt den grössten Theil eines Kegelmantels dar. Das zweite Glied ist sehr kurz, von einer nicht ganz ringförmig geschlossenen Platte gedeckt. Das Endglied ist wie an den Vorderbeinen gebaut, nur sind die Zähne der Klaue stärker.

Die Mundwerkzeuge (Taf. XIII Fig. 12—17) sind in manchen Puncten anders gebaut, als sie Robin von Sarcoptes mutans beschrieben hat. Ich bin zu der Darstellung, welche ich von ihnen gebe, durch längere Untersuchungen gekommen, welche ich theils, aber mit geringem Erfolge, am lebenden Thiere, theils an Präparaten anstellte, indem ich entweder die gesammten Mundwerkzeuge leicht comprimirte, oder indem ich sie kurze Zeit in Ammoniaklösung macerirte und dann die einzelnen Theile durch Druck von einander trennte; in beiden Fällen hat mir die letzte

Behandlung der Organe mit Nelkenöl gute Dienste geleistet. Für die Erkennung der Form der einzelnen Theile verwandte ich starke Vergrösserungen (Hartnack Obj. X Tauchlinse).

Will man die Gesammtheit der Mundwerkzeuge als Rüssel bezeichnen, so hat derselbe (Taf. XIII Fig. 12, 13, 14) die Form eines kurzen an der Spitze abgestutzten Hohlkegels, der mit seiner Basis zwischen dem ersten Beinpaare der Vorderfläche des Körpers aufsitzt, aus dessen Wandung er unmittelbar hervorgeht, der seitwärts von den noch zu beschreibenden Wangen umfasst wird, auf der Dorsalfläche nach hinten in die Rückenplatte, auf der Ventralfläche in die gemeinsame Körperwand übergeht.

Er ist von oben nach unten abgeplattet, sein Durchmesser von einer Seite zur andern dadurch bedeutend grösser als von oben nach unten. Dem entspricht die Eingangsöffnung, die ein querstehendes Oval bildet.

An der Bildung dieses Kegels betheiligen sich die einzelnen Mundwerkzeuge in ungleicher Weise. Auf der Rückenfläche ist seine Wand eine einfache dünne Chitinhaut, unter welcher die beweglichen Mandibeln oder Kieferfühler liegen. In ähnlicher Weise besteht der ventrale Umfang aus einer dünnen Chitinplatte, deren Rand etwas verdickt ist und welche auf der Aussenfläche jederseits neben der Mittellinie ein Haar trägt (Taf. XIII Fig. 12); dieser Theil wird von Robin als Unterlippe bezeichnet; auf seiner inneren Fläche ruht in der Medianlinie mit ihr verschmolzen ein stärkerer, weiter noch zu schildernder Theil, das sogenannte Kinn. Die Seitentheile des Kegels (Taf. XIII Fig. 12, 13) werden vom äusseren Umfang der Maxillartaster gebildet, an welche sich jederseits die dünne dorsale und ventrale Kegelwand so anlegt, dass sie unmittelbar in dieselben übergeht. In den Binnenraum des Hohlkegels ragen auf der Dorsalseite die Kieferfühler hinein; vom seitlichen Umfange her die Maxillartaster; während auf der ventralen Fläche nur schwach das Kinn vorspringt. Auf dem Boden des Kegels liegen zwischen den Basen der Maxillartaster zwei Spangen, welche im Kinn auf der Ventralfläche zusammenstossen, und den Eingang in den Schlund umfassen: Robin bezeichnet diese Theile als Maxillen.

Die Mandibeln oder Kieferfühler (Taf. XIII Fig. 15) findet man am leichtesten ohne weitere Präparation, da sie auch im lebenden Thiere bei schwacher Compression durch die Körperdecken hindurchschimmern; bei dieser Ansicht hat man den Eindruck von zwei der Länge nach an einander liegenden, am Vorderende stiletförmig zugespitzten Körpern, welche in ihrem breiteren hinteren Theile der Länge nach ausgehöhlt sind. Aus der Höhlung gehen Muskeln nach hinten und aufwärts, und heften sich an die untere Fläche der Rückenplatte; diese Muskeln halte ich für Retractoren, welche die Mandibeln zurückziehen; wo ihre Antagonisten angebracht sind, habe ich nicht gesehen. Die Bewegungen, welche ich bei diesen Beobachtungen von den Mandibeln ausführen sah, bestanden in einem Vor- und Zurückgleiten der einzelnen Mandibel, so zwar, dass beide Mandibeln alternirend an einander vorbeiglitten, und wechselnd die Spitze der einen und der andern aus dem Rüssel vorgeschoben wurde. — Die ganze Gestalt der Mandibel erkennt man nur, wenn sie aus ihrer Verbindung gelöst oder wenigstens umgelegt ist, so dass sie eine Seitenansicht gewährt. Dann sieht man, dass die Mandibel im hinteren Theile höher als breit ist, ihr nach abwärts sehender Umfang schwach keilförmig sich zuschärft, während die dorsale Fläche wenig gewölbt ist: dass sie im vorderen kegelförmig sich verjüngenden Theile aber scheerenförmig ausläuft, indem hier an dem unteren Umfange mit einem kurzen Wurzelgliede ein festes schwach hakenförmig gekrümmtes Stück angebracht ist, welches seine etwas gezähnte Schneide gegen das über ihm stehende spitz auslaufende, und keilförmig zugeschärfte, gleichfalls festere Endstück der Mandibel wendet. Die Länge der Mandibeln betrug 0,0162 Mm.

Die von Robin als Kinn und Maxillen (Taf. XIII Fig. 12, 13 m, mx') beschriebenen Theile müssen, wie sie ein Ganzes bilden, auch gemeinsam beschrieben werden. Das Kinn ist ein aus festerem bräunlichen Chitin bestehender cylindrischer Stab von ovalem Querschnitt, der mit der einen Fläche mit dem Mediantheil der Unterlippe verschmolzen ist, und häufig eine der Länge nach verlaufende Furche erkennen lässt; sein Vorderende erreicht den Rand der Lippe nicht. An seinem Hinterende theilt er sich gabelig in zwei Schenkel, welche aber da wo sie auseinanderweichen noch durch eine dünne bräunliche Chitinlamelle verbunden sind. Diese Schenkel sind die Maxillen. Eine jede von ihnen erscheint als eine Spange, welche auf dem Boden des Kegels liegt, und hier im Allgemeinen dorsalwärts aufsteigt; es ist eine platte braune und derbe Chitinleiste, welche mit ihrer spangenförmigen Krümmung fast einen Halbkreis beschreibt, dabei aber eine schwach spiralige Windung macht, so dass ihr oberer Theil weiter zurück als ihr unterer liegt; die oberen Enden beider Spangen rücken in der Medianebene einander nahe, ohne sich dabei zu berühren. In ihrer oberen Hälfte geht aus jeder leistenförmigen Spange eine helle dünne Chitinplatte hervor, welche in ungleich weiter Ausdehnung sich nach hinten erstreckt: beide Platten gehen in einander über und scheinen so in den Schlund hinein sich fortzusetzen; doch bin ich darüber zu keinem sicheren Abschluss gelangt.

Den seitlichen Umfang und zugleich den grössten Theil des Rüssels bilden die Maxillartaster, welche mit breiter Basis im Grunde des Hohlkegels aufsitzen, und nach vorn aus der Oeffnung desselben hervorragen (Taf. XIII Fig. 16). Sie bestehen aus einem grossen Basal- und aus einem kleineren Endgliede, deren Beschreibung ich hier gebe ohne zunächst die Verbindung mit dem dorsalen und ventralen Medianstücke der Kegelwand zu berücksichtigen. Das Basalstück ist hohl, seine Form liesse sich zunächst auf eine dreiseitige abgestutzte Pyramide zurückführen; zwei der Seiten wären nach aussen gerichtet und gingen abgerundet in einander über, die dritte Fläche der Pyramide sähe in den Hohlraum des Rüssels hinein, ist dann aber in besonderer Weise umgestaltet. Die nach aussen gewandte Fläche des Basalstückes, welche hier zugleich den Rüsselumfang bildet ist stark convex gekrümmt, sie gehört einer derben Chitinplatte an, deren hinterer im Grunde des Rüssels liegender Rand hufeisenförmig gekrümmt ist, deren vorderer Rand eine ähnliche nur engere Krümmung zeigt, beide Ränder bestimmen die Krümmung des ganzen Blattes, das aber an seinem dorsalen Umfange und Längsrande weniger hoch als am ventralen ist. Stellt man sich dieses Blatt als eine Rinne vor, welche mit ihrer Concavität der Längsaxe des ganzen Körpers zugewandt ist, so erhält man die Form des Basalstückes, wenn man die Längsränder der Rinne durch eine Platte mit einander verbindet: das Basalstück bekommt dadurch einen Hohlraum. Die Schlussplatte der Rinne, welche ich einfach als die Innenplatte des Basalstückes bezeichne, ist nun aber in besonderer Weise gestaltet: denn indem sie sich zunächst von den Rändern her der äusseren Platte eng anlegt, springen diese mantelförmig vor; in ihrer Mitte aber tritt die Innenplatte weiter gegen den Binnenraum des Rüssels heraus, und zwar an ihrem vorderen Theile mit scharfer längslaufender Schneide, in ihrem hinteren Theile mit einer nach abwärts breiter werdenden dreieckigen Fläche, die man sich hier durch Fortnahme der Schneide entstanden denken kann. Sieht man daher die dem Binnenraum des Rüssels zugewandte Fläche des Basalstückes, so hat man ein mantelförmig hohl gewölbtes Stück vor sich, aus dem in der Mitte eine First aufsteigt, welche nur im vorderen Theile schneidenartig ausläuft, im hinteren dagegen, mit welchem sie in den gemeinsamen Grund des Rüssels übergeht, eine dreieckige Fläche trägt. Diese aus der Mantelhöhle sich erhebende Bildung ist schwerer zu erkennen, da die sie bildende Innenplatte aus einer dünnen glashellen und spiegelnden Chitinmasse gebildet wird.

Auf diesem Basalgliede sitzen zwei Endglieder von denen ein jedes in allen Dimensionen kleiner als das Basalstück ist, und die von einander sehr verschieden sind. Das untere von beiden wird von einer dünnen Chitinplatte gebildet, welche auf der Aussenfläche nach seiner Wölbung als eine Fortsetzung desjenigen Abschnittes der Aussenplatte des Basalstückes erscheint, dem es unmittelbar aufsitzt, auf seiner Innenplatte läuft eine schwache Firste, welche von der Schneide des Basalstückes ausgeht; von ihr fallen zwei Flächen gegen die Ränder der Aussenplatte seicht ab; die Endflächen gegen das basale wie gegen das terminale Stück würden also im Allgemeinen dreieckig sein; ich glaube aber, dass es derartige Endflächen nicht giebt, sondern dass dieses Stück in seiner ganzen Länge von einem Hohlraume durchzogen ist; wahrscheinlich ist es mir ferner, dass entweder die ganze Innenplatte oder deren oberer und unterer Rand weichhäutig und nachgiebig ist, so dass durch seine Vermittlung dem terminalen Glied eine Verschiebung gegen das basale gestattet wird.

Das Endglied hat im allgemeinen prismatische Form; seine Aussenplatte ist eben, verschmälert sich gegen den scharfen freien Vorderrand dessen Ecken schräg abgestutzt sind; seine Innenplatte trägt auf der Mitte eine längslaufende hohe scharfe Kante, die in der Verlängerung der Firste des Basalstückes gelegen ist, und dem Gliede die prismatische Form giebt. Die freie Endfläche zwischen Aussen- und Innenplatte ist winklig gebrochen; der Rand der Aussenplatte begrenzt zunächst eine zur Fläche der Aussenplatte rechtwinklig stehende, schmale, annähernd rechteckige Fläche und von dem unteren Rande derselben läuft schräg gegen die Innenplatte eine dreieckige Fläche, welche sich an die Spitze und abfallenden Ränder der zur Firste erhobenen Innenflächen anlegt. — Das Glied trägt auf den Ecken der Aussenplatte, mit welchem diese auf dem zweiten Gliede aufsitzt, je ein Haar; die Wände des Endgliedes sind offenbar aus derben glänzenden farblosen Chitinplatten gebildet. — Ich glaube in ihm einen Hohlraum erkannt zu haben, und es schien als ob Muskelfasern, welche aus dem Binnenraume des Basalgliedes durch den Hohlraum des ganzen Organes gegen das Endglied aufstiegen, auf der Innenfläche von dessen Aussenplatte inserirten; Contractionen solcher Fasern würden das terminale Glied, wenn das zweite zum Theil nachgiebig ist, herabziehen, und dann dessen Prismenkante gegen die obere Ecke der Firste des Basalgliedes nähern; so würden die schneidenartig zugeschärften Innenflächen des Basal- und Terminalgliedes scheerenartig gegen einander bewegt, und könnte der ganze Maxillartaster als Klammer- oder auch Beissorgan wirken.

Die Stellung des Maxillartasters zu den übrigen Theilen des Rüssels ist folgende (Taf. XIII Fig. 13): das Basalstück stösst mit der dorsalwärts gelegenen im Grunde des Rüssels stehenden Ecke der mantelförmig gekrümmten Aussenplatte gegen die hintere obere und laterale Ecke der Mandibeln, ohne mit diesen verbunden zu sein; die entsprechende ventralwärts gelegene Ecke auf jenen Theil der spangenförmigen Maxillen, welcher an die Basis des als Kinn bezeichneten Fortsatzes angrenzt, ohne mit ihr zu verschmelzen. Die Längsränder der mantelförmigen Aussenplatte des Basalgliedes sind frei im Innern des Rüssels; mit der Aussenplatte des basalen und zweiten Gliedes tritt die feine Chitinhaut in Verbindung, welche auf der Bauch- und Rückenfläche die Wand des Kegels bildet, und zwar auf den beiden Flächen in ungleicher Ausdehnung. Der Rand der sogenannten Unterlippe reicht nämlich weiter nach vorn als der Rand des entsprechenden dorsalen Theiles der Rüsselwand; und so greift die Unterlippe nach vorn über den ventralen Vorderrand der Aussenplatte des Basalgliedes, von der sie nicht mehr zu trennen ist, und geht hier in die Seitenränder des mittleren Gliedes über. Auf dem dorsalen Umfange, wo der mittlere Theil der Wand des Rüssels kürzer ist, ist das Mittelglied des Maxillartasters frei, und die dünne Rüsselwand spannt sich nur zwischen den Flächen der mantelförmigen Aussenplatten der Basalglieder (aus Taf. XIII. Fig. 14).

Jederseits neben dem Rüssel steht ein Theil der gemeinsamen Körperdecke, welcher von Robin als »Wange« bezeichnet wird. Hat man die weibliche lebende Milbe in der Rückenansicht unter dem Mikroskop (Taf. XII Fig. 1; Taf. XIII Fig. 11), so erscheint die Wange als eine dem Rüssel eng anliegende Platte, welche völlig farblos, glatt und spiegelnd ist. Bei der Verwendung starker Vergrösserungen sieht man auf der Mitte der Fläche einen kleinen kreisförmigen Fleck, in dem einzelne Pünctchen, die offenbar nicht auf, sondern unter der Oberfläche liegen, deutlich werden. Bei einer allmälig tiefer gehenden Focaleinstellung verfolgt man von der Oberfläche her ein Bild, welches den Eindruck eines aus der Tiefe zur Oberfläche steigenden Rohres oder Stranges macht. — Hat man mit Glycerin oder Nelkenöl durchtränkte Thiere vor sich, so erkennt man, dass die beschriebene Fläche einer Falte des Integumentes angehört, welche mit der medianwärts sehenden Fläche den seitlichen Umfang des Rüssels bald mehr bald weniger hoch umfasst; welche aber auch lateralwärts gegen das erste Beinpaar hin mit einem scharfen Rande eine nischenförmige leichte Vertiefung überragt, in welcher das Bein zum Theil Platz findet. Und eine ähnliche, nur meistens schwächer ausgeprägte Bildung zeigt die Haut zwischen dem ersten und zweiten Beinpaare, indem sie ebenfalls mit vorspringender Falte eine flache Nische für das zweite Bein umrandet. Ich erwähne diese Bildung, weil dadurch klar wird, dass in keinem Falle die sogenannte Wange ein zu den Mundwerkzeugen zu rechnender Theil ist; ob die von mir erwähnte Bildung auf der Wange mit einer besonderen Function dieses Theiles der Körperoberfläche in Beziehung steht, bleibt unentschieden; nach der Lage derselben könnte man vermuthen, dass man es hier mit einem rudimentären Athmungsorgane zu thun habe, wie es Claparède von Hoplophora beschrieben hat.

Von den Eingeweiden des Thieres schimmert durch die dicken Körperdecken nichts durch, als gelegentlich eine aus Fettkörnern bestehende Substanz, die im hinteren Körpertheile liegt; und die grossen Eier, welche zu vier oder fünf den Körper anfüllen. Von ihnen wird weiterhin die Rede sein. Was ich bei einer Zerreissung der Thiere mit Nadeln mir von Eingeweiden zur Ansicht brachte, war zu sehr verletzt, um erkennen zu lassen, ob der Bau der inneren Theile erhebliche Abweichungen von dem bietet, was wir aus der Anatomie der verwandten Formen kennen; dem Anscheine nach war das nicht der Fall.

Die männlichen Thiere (Taf. XII Fig. 3, 4) sind weniger häufig als die Weibchen; ich habe sie fast in allen Theilen der Borken gefunden, gelegentlich auch unmittelbar neben einem Weibchen; doch ist es mir nicht geglückt beide Geschlechter, wo sie in einem Gange vereinigt waren, in copula zu finden.

Das Männchen weicht vom Weibchen in Benehmen und Gestaltung sehr wesentlich ab. Im Gegensatz zu dem schwerfälligen Weibchen läuft das Männchen ziemlich behende, auch auf der glatten Fläche eines Objectträgers; und seine ganze Bildung entspricht dieser grösseren Beweglichkeit. Das Männchen ist erheblich kleiner als das Weibchen (ich fand es 0,162 Mm. lang), etwa um ein Drittel länger als in der Mitte des Körpers breit, nach vorn und hinten verschmälert; auf der Bauchfläche fast plan, auf der Rückenfläche in der Mitte zumal im hinteren Theile gewölbt. — Auf der Rückenfläche läuft hinter dem zweiten Beinpaare quer über den Körper eine Linie, welche wie eine Falte des Integumentes erscheint; ich erwähne sie deshalb besonders, weil durch sie hier zwei Abschnitte gesondert werden, welche man als Cephalothorax und Abdomen unterscheiden könnte; doch fehlt eine solche Abgrenzung auf der Bauchfläche. Die Rückenplatte auf der vorderen Körperhälfte entspricht der des Weibchens, nur fehlt ihr die den hinteren Rand einfassende starke Chitinleiste; die daneben liegenden Seitentheile sind einfach glatt, sie tragen je zwei Härchen, welche bedeutend länger als die entsprechenden des Weibchens sind. Die hintere Körperabtheilung hat eine glatte, oder nur an den abfallenden Seiten gefaltete Rückenfläche; auf der Höhe des dritten Beinpaares steht etwa in gleicher Linie mit den vorderen Haaren jederseits ein sehr kurzes Härchen. — Die ebene Bauchfläche hat nur zwischen den Epimeren der hinteren Beine, vor der Geschlechtsöffnung, eine kleine Zahl regelmässiger quer laufender scharf eingerissener Furchen; sie trägt vier Paar kurzer Haare, welche dem Weibchen fehlen: das erste Paar steht auf der Höhe des zweiten Beinpaares zwischen den Epimeren dieses und des ersten Beinpaares; das zweite und dritte Paar der Härchen steht auf einer Querlinie, welche man als eine Verbindung zwischen den dritten Beinen ziehen kann, ein äusseres Paar je lateralwärts, ein inneres Paar je medianwärts von den Epimeren des vierten Beinpaares; das vierte Paar bilden zwei nach vorn gerichtete Härchen, welche hinter der Geschlechtsöffnung nahe der Medianlinie stehen. Neben der Afteröffnung stehen die beiden, auch beim Weibchen vorkommenden sehr langen Haare, welche hier länger als der Körper sind.

Der äussere Geschlechtsapparat steht zwischen den hinteren Beinen; seine Zusammensetzung ist mir nicht klar geworden, was ich sah, habe ich auf der Abbildung wiedergegeben; danach steht hier ein aus derberer Masse gebildeter, am hinteren Ende in zwei Schenkel auslaufender Kegel, und hinter demselben eine kleine kreisförmige Oeffnung, aus welcher bei anderen Sarcoptiden der fadenförmige Penis hervortritt. Die Afterspalte verhält sich wie beim Weibchen.

Die acht Beine sind wie beim Weibchen gestellt, aber bedeutend länger als bei diesem; das bewegliche Bein, ohne seine Haare, war 0,0378 Mm. lang, und ragte weit über den Körperrand hinaus. Sowohl die Epimeren als die eigentlichen Beine sind anders gestaltet als die des Weibchens. — Die Epimeren des ersten Paares sind in der Medianlinie zu einem rückwärts verlaufenden Stabe verschmolzen, von dem ihre vorderen Theile divergent nach aussen und vorn laufen und gabelig enden. Die Epimeren des zweiten Beinpaares ähneln denen des Weibchens. Am dritten Beinpaare sind die Epimeren Stäbe, welche rechtwinklig gegen die Medianlinie laufen, und bevor sie diese erreichen scharf hakenförmig umbiegen; an ihren lateralen Enden liegt ein kurzes gabelförmig gespaltenes Stück. Am vierten Beinpaare besteht die Epimere aus einem kurzen Stäbchen, an welches sich nach aussen ein winklig gebogenes Stück anschliesst, das mit seinen beiden Schenkeln die Gabelbildung der anderen Epimeren darstellt.

Die acht beweglichen Beine sind im Allgemeinen ähnlich gebaut: an allen ist die an die Epimere sich anschliessende Hüfte von einer schwach bräunlichen Chitindecke bekleidet, welche ähnlich wie beim Weibchen gestaltet ist, und aus ihr geht das kegelförmige, gegliederte und bewegliche Bein heraus; ich habe an diesem vier Glieder gezählt, von denen das erste an das entsprechende der Beine des Weibchens in seiner Form erinnert, nur dass die Chitindecke bedeutend schwächer ist. An den folgenden Gliedern hat die farblose äussere Hautdecke die Form eines geschlossenen Ringes. Das Endglied ist cylindrisch, an seinem Rande erhebt sich der eine Theil des Randes stärker über den übrigen, und bildet dadurch einen vorspringenden Dorn, der an die hier sonst fehlende Klauenbildung des Weibchens erinnert. Diese so gegliederten Beine weichen ferner von denen des Weibchens auffallend durch den Besatz mit langen Haaren und gestielten Haftlappen ab. Langgestielte Haftlappen stehen auf den Endgliedern aller Beine; ich fand deren Länge in einem Falle = 0,016 Mm. Der Stiel der Haftscheibe ist einfach glatt und geht am Ende unmittelbar in die teller- oder glockenförmige Haftscheibe über. Die Behaarung der Beine ist ungleich: am ersten Beine trägt das zweite Glied ein nach aussen gerichtetes, das dritte Glied zwei kürzere, und das letzte an seinem Ende sechs Haare, von denen eines an Länge den gestielten Haftlappen übertrifft, während die übrigen beträchtlich kürzer als dieser sind. Das zweite Bein unterscheidet sich in der Behaarung von dem ersten dadurch, dass die Haare des zweiten Gliedes fehlen, und dass auf dem Endgliede neben dem langen Haare nur drei kürzere stehen. Die beiden hinteren Beine tragen nur auf dem Endgliede Haare, das vorletzte drei, das letzte nur zwei; immer ist eins dieser Haare bedeutend länger als der gestielte Haftlappen; bei einer Messung fand ich dieses längste Haar = 0,059 Mm.

Die Mundwerkzeuge sind, soviel ich gesehen habe, im Allgemeinen wie beim Weibchen gestaltet; doch tritt der ganze Rüssel stärker hervor. Die sogenannten Wangen fehlen hier in der Form, wie sie sich beim Weibchen finden; an ihrer statt habe ich eine nur dünne Hautfalte am Rüssel anliegend gefunden. Ueber den Bau der inneren Theile weis ich nichts zu berichten.

An diese Beschreibung der ausgebildeten Milben schliesse ich die Mittheilung dessen an, was ich von ihrer Entwicklung gesehen habe. Im geschlechtsreifen Weibchen erkennt man leicht die grossen Eier, welche bis zu vier oder fünf im Innern des Körpers liegen, und bei einem geringen Drucke auf die Milbe durch die Körperwand durchschimmern; und nimmt eben so leicht wahr, dass diese Eier im Körper der Mutter ihre Embryonalentwicklung bis zur fertigen Form der jungen Milbe durchlaufen. Aber die Beschaffenheit der Körperwandung gestattet die Einsicht nicht so weit, dass man die feineren Vorgänge der Eientwicklung erkennen kann; Behandlung mit aufhellenden Substanzen zerstörte die zarten Gewebe, und so bestand die einzige Art der Untersuchung darin, die Eier durch vorsichtiges Spalten des Körpers frei zu legen und in schwacher Kochsalzlösung isolirt zu betrachten. Dabei zeigte es sich, dass die Eier in äusserst dünnwandigen Röhren eingeschlossen waren, welche beträchtlich lang sein müssen, da die Eier an den verschiedensten Orten der Leibeshöhle, unter den vorderen Beinpaaren wie über der Afteröffnung lagen; und dass ferner die Entwicklung der einzelnen Eier nach einander erfolgt, und die Milbe deshalb vielleicht längere Zeit hindurch ein Junges nach dem andern zur Welt bringt, da in den Röhren Eier nebeneinander lagen, von denen die einen noch keine Embryonalanlage zeigten, während die andern die völlig ausgebildete junge Milbe enthielten. — Ich gebe aus meiner Untersuchung, welche unvollständig geblieben ist, eine kleine Reihe von Beobachtungen, welche den Gang der Entwicklung nur in den allgemeinsten Zügen erkennen lassen. Die Eibildung selbst, und die Befruchtung der Eier habe ich nicht zu Gesicht bekommen; sie findet vielleicht zu einer Zeit statt, in welcher das weibliche Thier noch nicht seine letzte Form erreicht hat.

Das Ei, welches ich als das jüngste von mir beobachtete ansehen muss, und das ein elliptisches Sphäroid mit einem grössten Durchmesser von 0,108 Mm. darstellte, hatte einen der Eihaut eng anliegenden Dotter, der in den peripheren Schichten seiner hellen Substanz dicht gelagerte grössere fettglänzende Kugeln, in den centraleren Schichten feinkörnigere Masse besass; aus dem Innern dieser Dottermasse schimmerten undeutlich die Contouren eines etwas excentrisch gelegenen scheinbar kugeligen Körpers hervor, von dem ich nicht entscheiden mag, ob er ein Keimbläschen oder etwa ein Dotterkern war (Taf. XIII Fig. 1). In den Eiern der nächsten Entwicklungsstufe, welche die gleiche Form und Grösse besassen, waren die peripheren Schichten des Dotters hell durchscheinend und feinkörnig, während dunkle Dottermasse mit fettglänzenden Kügelchen nur in den centralen Theilen des Eies sich zeigte; die Ausdehnung dieser ungleich beschaffenen beiden Dottermassen und ihr gegenseitiges Verhältniss war in den verschiedenen Eiern ungleich, besonders insofern als gegen den einen Eipol hin die helle Dottermasse stärker angehäuft war, als gegen den andern. Einmal nur fand ich ein Ei, in welchem sich deutlich vom übrigen Dotter scharf ein Keimstreifen abgrenzte, der durchscheinend hell war und undeutlich kleine Zellen erkennen liess; wie er in der Längsausdehnung den grösseren Theil des Dotters umfasst, zeigt die Abbildung in Fig. 2 Taf. XIII. — Zwischen diesem und dem zunächst von mir gefundenen Stadium liegt eine grosse Lücke: der aus dem Dotter entwickelte Embryo wird nicht mehr eng von der Eihülle umfasst, sondern diese ist rings durch einen Zwischenraum von ihm getrennt; dunkle, grosskörnige Dottermasse gilt ein einem Haufen in dem hinteren Theile der Embryonalanlage, in ihrer vorderen Hälfte besteht dieselbe ganz aus hellem Gewebe, und am vorderen Ende desselben springen knopfartig zwei Wülste vor, die Anlagen der Mundwerkzeuge, während weniger deutlich auf der einen Fläche Wülste, offenbar die Anlagen der Extremitäten, zu erkennen waren (Taf. XIII Fig. 3). — Auf einer weiteren Entwicklungsstufe, in welcher das Ei 0,118 Mm. lang war, hatte der Embryo eine walzenförmige Gestalt; ein Rest von dotterähnlicher Masse lag im hinteren Theile des Körpers, welcher sonst aus hellen Geweben bestand; drei Beinpaare waren deutlich zu erkennen, von denen die beiden vorderen einander nur wenig näher als dem letzten standen; das einzelne Bein war gegen die Bauchfläche umgeschlagen, kegelförmig zugespitzt, scheinbar noch ungegliedert, an seiner Spitze mit dem grossen gestielten Haftlappen versehen; am Vorderende standen die Anlagen der Mundwerkzeuge als zwei gegeneinander geneigte in der Medianlinie sich berührende kegelförmige Wülste; am Afterende war neben der Mittellinie das Körperende jederseits zu einem kurzen stumpf kegelförmigen Höcker ausgezogen (Taf. XIII Fig. 4); bei einem anderen Embryo, der etwa auf gleicher Entwicklungsstufe stand, sah ich nach Durchtränkung des Thieres mit Glycerin die Epimeren des ersten Beinpaares als ganz dünne Leisten, fand die beiden langen über die ventrale Fläche des Körpers bis nach vorn sich erstreckenden Analhaare, und erkannte bei der Rückenansicht, dass in dem medianen Theile der Mundwülste die kleinen rinnenförmigen Mandibeln aus festerem Chitin gebildet lagen.

Nun bildet sich im mütterlichen Körper durch weiteres Auswachsen die junge Milbe in allen ihren Theilen fertig aus, dass sie zum selbstständigen Leben befähigt wird; die nachgiebige und dehnbare Eihülle liegt eng um das breiter und länger gewordene junge Thier, dessen festeren Chitintheile jetzt leichter erkennbar durch die Körperwandung der Mutter hindurchschimmern; ich fand einen solchen Embryo 0,129 Mm. lang (Taf. XIII Fig. 5). — Ob nun das junge Thier im Innern der Mutter die Eihülle verlässt, oder mit dieser geboren wird, und dieselbe erst dann zersprengt, kann ich nicht angeben, da ich den Act der Geburt nicht gesehen habe; da ich aber nie abgelegte embryonenhaltige Eier im Freien oder leere Eihäute in den weiblichen Milben gefunden habe, dagegen zu wiederholten Malen beim Druck auf hochträchtige Weibchen die junge Milbe ohne eine Umhüllung aus dem mütterlichen Körper hervortreten sah, an der ich so lange sie noch im Innern der Mutter lag eine Eihaut nicht mehr erkennen konnte, so glaube ich, dass während der letzten Zeit der Entwicklung die Eihaut sich sehr stark verdünnt, und die junge Milbe ohne deren Umhüllung geboren wird, sei es dass sie dieselbe vor oder während der Geburt durchbricht.

Die jungen Milben (von 0,13 Mm. Länge) sind behend laufende Thiere (Taf. XII Fig. 5). Ihr Körper ist etwa um ein Viertheil länger als in der Mitte breit, dabei von oben nach unten fast platt gedrückt, wie man bei einer Kantenansicht wahrnimmt, in welcher das Thier blattartig dünn erscheint; doch ist die Rückenfläche immerhin in der Mitte etwas convex. Die Rückenfläche zeigt die beiden hornartig-braunen Leisten, welche die Rückenplatte seitlich begrenzen, diese ist in ihrem hinteren Theile noch nicht bräunlich gefärbt; auf dem glatten Seitentheile steht jederseits nur ein kurzes Härchen. Der hintere Theil der Rückenfläche besitzt in der Mitte querlaufende Furchen; ist übrigens glatt, und trägt auf dem hinter dem letzten Beinpaar gelegenen Abschnitte 2 Paare kurzer Haare, ausserdem jederseits neben der Afterspalte das auch bei den erwachsenen Thieren vorhandene lange Haar. Die Bauchfläche besitzt hinter und zwischen den Epimeren des ersten und zweiten Beinpaares ein System sehr feiner, im Allgemeinen längslaufender Furchen; hinter diesen kommen feine quere, und dann eine Anzahl schärferer Furchen, welche weiter von einander abstehen, und stark nach hinten convexe Bogen bilden; auf die Seitentheile greifen Furchen hinüber, welche von der Rückenfläche ausgehen. Vor den Epimeren des zweiten, und hinter denen des dritten Beinpaares steht jederseits ein Haar. Die drei Beinpaare, welche diese jungen Milben tragen, haben braune stabförmige Epimeren, von denen die der vorderen Beinpaare einfach sind und leicht gekrümmt gegen die Medianlinie verlaufen, ohne sich zu berühren; während die der hinteren Beine lateralwärts mit einer grossen Gabelung enden. Die weit ausgestreckten (0,0324 Mm.) langen Beine sind im Allgemeinen wie die des Männchen gestaltet, alle tragen am Endgliede eine langgestielte Haftscheibe und 5 Haare von denen eines länger als die Haftscheibe ist; das erste Bein trägt ausserdem am vorletzten, das zweite am Grundgliede ein längeres Haar.

Die Mundwerkzeuge sind, so viel ich erkannt habe, wie beim erwachsenen Thiere gebaut. Geschlechtsunterschiede habe ich bei diesen Jungen nicht bemerkt; die äusseren Geschlechtsöffnungen fehlen noch.

Aus dieser Jugendform geht die erwachsene Milbe hervor, indem das junge Thier wächst und die Haut ablegt. Wie oft dieser letzte Vorgang, den ich wie gewöhnlich als Häutung bezeichne, obwohl er mehr als eine solche ist, eintritt, kann ich mit Sicherheit nicht angeben; doch glaube ich, dass das Weibchen erst nach der dritten Häutung Junge hervorbringt. Der Vorgang der Häutung leitet sich damit ein, dass die sonst sehr bewegliche Milbe in einen bewegungslosen Zustand übergeht; man findet die Thiere dann wie erstarrt daliegen, die sechs Beine nach vorn und seitlich abgestreckt, die langen Afterhaare auf die Bauchfläche geklappt. In diesem Zustande, den ich abgebildet habe (Taf. XII Fig. 6, 7), fand ich junge Milben von 0,144 Mm. Länge und glaube, dass sie auf diesem Stadium eine erste, von mir allerdings nicht beobachtete Häutung durchmachen.

Weiter traf ich sechsfüssige Milben, die bis zu einer Länge von 0,158 Mm. herangewachsen waren, und eine Häutung durchmachten. Sie unterschieden sich, von der Grösse abgesehen, nicht von den jüngsten Milben, aus denen sie, wie ich vermuthe, nach Ablauf einer Häutung hervorgegangen sind. In der angegebenen Grösse unterliegen sie einer neuen Häutung: nachdem sie in den starren Ruhezustand eingetreten sind, ziehen sich alle weicheren Gewebstheile von der abzulegenden alten Haut zurück, welche dann in einem weiten Abstande das Thier umschliesst, welches seine neue Form entwickelt (Taf. XII Fig. 8). Im weiblichen Geschlechte kommt diese Form nun sehr nahe jener, welche das völlig geschlechtsreife Thier besitzt: die die sechsbeinige Haut verlassende Milbe hat acht Beine, die wie beim ganz erwachsenen Weibchen gestaltet sind; und sie unterscheidet sich von diesem dadurch, dass das Rückenschild schwächere Randleisten, zumal am hinteren Rande hat, besonders aber dadurch, dass die Rückenfläche statt der flachen Schuppen spitze kegelförmige Erhebungen trägt (Taf. XII Fig. 10), und dass entwickelte Eier noch nicht vorhanden sind. In dieser Gestalt wächst das Weibchen bis zu einer Länge von 0,167 Mm., und macht dann eine letzte Häutung durch, die in gleicher Weise verläuft (Taf. XII Fig. 9), und aus welcher es dann mit seiner letzten Gestalt hervorgeht. — Ob das Männchen eine gleiche Reihe von Häutungen durchläuft, habe ich nicht beobachtet: es wird das nicht nur durch das seltenere Vorkommen der männlichen Thiere, sondern auch dadurch erschwert, dass am ausgebildeten Thier die Kennzeichen fehlen, an denen man leicht den Eintritt der vollen Geschlechtsreife feststellen kann: unter den Thieren, welche den äusseren Geschlechtsapparat besassen, habe ich derartige Unterschiede, wie sie das Weibchen vor und nach der letzten Häutung besitzt, nicht angetroffen.

Die Vorgänge, welche ich als Häutungen bezeichnete, gehören wohl einem Zustande im Leben der Milben an, welchen man dem vergleichen muss, was wir bei andern Gliederthieren als »Puppenzustand« und »Puppenruhe« kennen. Und zwar sind diese Vorgänge, die nach den darüber vorliegenden Beobachtungen, wenn nicht bei allen, so doch bei vielen Milben eintreten, nicht sowohl durch das Ruhestadium, in welchem der Körper bewegungslos und wie erstarrt daliegt, einem Puppenzustande ähnlich, sondern es scheinen besonders die Entwicklungsvorgänge, welche während dieser Zeit ablaufen, jenen Neubildungen bei den

Verwandlungen zu entsprechen, welche durch Weismann's Untersuchungen aus einigen Kreisen der Insecten bekannt geworden sind. Es hat Küchenmeister [1]), meines Wissens als der erste, die Beobachtungen mitgetheilt, dass bei der Krätzmilbe des Menschen, nachdem sie beim Eintritt der Häutung starr und steif geworden sei, der Inhalt des Leibes in eine amorphe Masse, fast wie im Eie und bei seiner Furchung, zerfalle.

Claparède hat in seinen »Studien an Acariden« [2]) von den Häutungen der Atax und Hoplophora in klarer Weise dargestellt, wie innerhalb der alten Haut eine neue Entwicklung der Milbe vor sich geht; dass dabei ein Gewebszerfall (Histolyse) eintrete, ist nicht gesagt. Nach meinen Beobachtungen scheint allerdings während des Ruhezustandes eine grosse Veränderung in dem Körpergewebe der Milbe vor sich zu gehen, denn das in der alten Haut liegende Thier mit seinen als scheinbar ungegliederten Stummeln vorspringenden Extremitäten, dessen Oberfläche noch einer festeren Chitinhaut entbehrt, sieht aus als ob es aus einer weichen feinkörnigen und farblosen Masse bestehe, aus welcher im Innern gelegene Fetttropfen herausschimmern; und insofern ist der von Küchenmeister herangezogene Vergleich nicht ganz zu verwerfen. Ob aber ein wirklicher Zerfall der vorher discreten Gewebe eintrete, und ob diese scheinbar sehr gleichmässigen Körpergewebe, nicht doch in Gewebe bereits gesondert ist, welche nur schwer erkennbar sind, vermag ich nicht zu entscheiden. Grössere Milben werden geeigneter sein um an ihnen festzustellen, wie weit bei den jedenfalls sehr durchgreifenden Veränderungen, welche die Häutung begleiten, eine Histolyse im Sinne Weismann's eintritt.

Ein weiteres Interesse gewähren die Formwandlungen, welche bei den Häutungen eintreten und zwar in einer für die beiden Geschlechter so ungleichen Weise. Denn die männliche Milbe erleidet bei jener Häutung, in welcher sie das vierte Beinpaar erhält, keine so durchgreifende Veränderungen, dass sie in diesem Alterstadium von der Jugendform erheblich abwiche: die verhältnissmässig langen Beine mit ihren Haaren und gestielten Haftlappen, welche die junge Milbe bei ihren schnelleren Bewegungen benutzt, behält ja das gleichfalls leicht bewegliche erwachsene Männchen; es behält die platte Körpergestalt, und die nun erscheinende Verschmelzung der ersten Epimeren in der Medianlinie der Bauchfläche zeigt gleichsam an, dass der Körper keine derartigen Auftreibungen erfahren soll, wie der Leib des weiblichen Thieres. Aber es zeigt die männliche Körperbildung nicht nur die Eigenthümlichkeiten, welche den Larven eigen sind, sondern zugleich diejenige Gestaltung, welche wir im Allgemeinen bei den Sarcoptiden antreffen; insofern diese Beine besitzen, welche mit längeren Haaren und wenn nicht alle so doch einige mit gestielten Haftscheiben besetzt sind. Es werden also die in der Jugend vorhandenen, für die Familie characteristischen Bildungen beim männlichen Thier in das reife Alter mit hinüber genommen.

---

[1]) Küchenmeister, Die in und an dem Körper des lebenden Menschen vorkommenden Parasiten. I. Abth. Leipz. 1855. pag. 309.

[2]) Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. 18. 1868. pag. 445 ff.

Anders gestaltet sich die Sache beim Weibchen. Die auffallenden Formveränderungen, die hier auftreten, bringen nicht blos die Unterschiede der Altersformen, sondern zugleich Bildungen, welche wir sonst bei den Sarcoptiden nicht finden: das sind, von Anderem abgesehen, besonders die auffallenden Formen der haar- und haftlappenlosen Beine. — Erwägt man nun die Lebensverhältnisse besonders der weiblichen Thiere, so scheint es, als ob diese eigenthümlichen Bildungen des Weibchens als solche betrachtet werden können, welche durch Anpassung erworben sind. Und zwar dürften hier zweierlei Umstände in Betracht kommen: die Entwicklung der jungen Milben im mütterlichen Körper, und die Eigenthümlichkeiten des beschränkten Wohnsitzes.

Bei der Häutung, in welcher das junge Weibchen zuerst die Geschlechtsöffnung und seine ihm eigenthümliche Beinbildung erhält, trägt es auf seiner Rückenfläche eine Reihe von spitzen kegelförmigen Erhebungen, die bei der nächsten Häutung durch flache Schuppen ersetzt werden. Diese an sich wenig bedeutende Bildung erhält nur dadurch ein Interesse, dass solche Kegel sich bei den geschlechtsreifen Thieren der Gattung Sarcoptes und zwar besonders entwickelt im weiblichen Geschlechte finden, während sie hier eine ganz auf das weibliche Geschlecht beschränkte, und obendrein vorübergehende Bildung darstellen. Dass an ihre Stelle bei der letzten Häutung flache Schuppen treten, lässt sich auf die Viviparität der Milbe zurückführen, bei welcher die starke Ausdehnung der Körperdecken gleichsam diese Kegel durch Dehnung abplattet; wiewohl auch die Verhältnisse, welche eine Reducirung der Haare bedingen, auf das Schwinden der Hautkegel von Einfluss gewesen sein können. Wenn wir hier, wo das geschlechtsreife Weibchen diese Hautkegel nicht mehr besitzt, zugleich dieselben beim männlichen Thiere fehlen sehen; während bei dem Sarcoptes scabiei nicht nur das geschlechtsreife Weibchen die Kegel besitzt, sondern auch, allerdings in weit geringerer Entwicklung, das Männchen: so scheint es nicht unwahrscheinlich, dass diese Bildung der Haut ursprünglich ein secundärer Geschlechtscharacter des weiblichen Geschlechtes gewesen sei, der bei unserer Milbe durch besondere Verhältnisse abgelegt, bei anderen Sarcopteswelbchen dagegen conservirt und von ihnen durch Vererbung auch den männlichen Thieren übertragen sei.

Die auffallendsten Veränderungen erleiden in den letzten Häutungen die Beine, indem sie bei der Umwandlung aus langen Gliedern zu kurzen Stummeln nicht nur relativ und absolut verkürzt werden, sondern ein Glied weniger erhalten, und den Besitz der Haare und Haftlappen verlieren. Eine ähnliche, wenn auch bei weitem geringere, Veränderung erfahren bekanntlich auch die Beine der weiblichen echten Krätzmilben der Säugethiere, insofern als bei ihnen die beiden letzten Beinpaare keine Haftscheiben besitzen, während die männlichen Thiere wenigstens an dem vorletzten Beine diesen Apparat tragen. Anders verhält es sich bei den nah verwandten Dermatophagen und Dermatokopten (Fürstb.), denn hier hat beim Weibchen wenigstens eins der hinteren Beinpaare, beim Männchen sogar jedes derselben eine Haftscheibe, und das ist um so auffallender, als hier gerade im Gegensatz zu den ersterwähnten Milben die Thiere im Larvenzustande den Haftapparat noch nicht besitzen, sondern ihn erst beim Anlegen der letzten Kleider erhalten. Von den echten Sarcoptes unterscheiden sich nun aber die Dermatophagen und Dermatokopten dadurch, dass sie nicht wie die Sarcoptes in der Epidermis ihrer Wohnthiere Gänge treiben, sondern mehr oberflächlich leben und nur gedeckt von den Haaren, den losen Epidermiszellen oder den Abschuppungen der Oberhaut, oder endlich von den Krusten, welche sich durch ihre Thätigkeit bilden. Danach scheint der Schwund der Haftscheiben und die Verkümmerung der Beine bei den Sarcoptes mit der Lebensweise, und insbesondere mit der Art des Wohnsitzes in Verbindung zu stehen, insoweit als bei ihnen auch gerade die Weibchen, welche mit der Verfertigung der Milbengänge am meisten beschäftigt sind, die am weitesten gehende Verkümmerung der hinteren Beine erleiden, wobei dann die geringere Benutzung besonders der hinteren Beine bei den schwerfälligen Bewohnerinnen der Gänge einen Haupteinfluss gehabt haben mag. Sind es also Anpassungen, wie das parasitische Leben sie mit sich bringt, welche die Veränderungen der Sarcoptes-Weibchen herbeiführen; so sehe ich für die uns interessirende Milbe die Veranlassung, von welcher die viel weiter gehenden Rückbildungen der Beine in der Phylogenese abzuleiten wäre, in der Eigenartigkeit, welche der Wohnsitz dieser Milben aufzuweisen hat. Die weibliche Milbe, um welche es sich hier allein handelt, liegt am Ende eines geradläufigen Ganges, so dass sie denselben ganz ausfüllt, dass dessen Wände sich eng an die Körperoberfläche des Thieres mit Ausnahme des hinteren Endes anlegen. Bei einer solchen Lage sind dem Thiere offenbar die kurzen am Ende mit fester Klaue bewehrten Beine allein vortheilhaft, und es wird dieselben bei dem Weiterbohren in der Weise benutzen können, dass es sich mit ihnen an den Wänden des

Ganges stemmt und weiter schiebt; ausserhalb der Gänge sind diese Beine für Fortbewegungen allerdings unbrauchbar, während die kleineren Larven und Männchen in den von den Weibchen gegrabenen Gängen, welche für sie, so zu sagen, zu weit sind, von ihren längeren mit Haftlappen versehenen Beinen allein Gebrauch machen können. Die Geradläufigkeit der Gänge, und ihr geringer Durchmesser lässt sich am leichtesten darauf zurückführen, dass das Horngewebe des Schnabels so fest ist, dass die Gänge in ihm auf möglichst geradem Wege in die Tiefe gegen das weiche Gewebe getrieben werden, und dass das bohrende Thier in dem festen Gewebe sich auf die Herstellung eines gerade für die Aufnahme des Körpers ausreichenden Ganges beschränkt. Die hier vorhandenen Eigenthümlichkeiten treten besonders hervor, wenn man dagegen die Verhältnisse erwägt, die wir von den Wohnsitzen der Krätzmilben in der Epidermis der Säugethiere kennen: hier ist das Gewebe weniger fest und so verlaufen die Gänge geschlängelt, steigen allmälig in die Tiefe und gewähren der in ihnen steckenden Milbe einen grösseren Spielraum, als bei der Milbe, die auf dem Vogelschnabel sich ansiedelt.

Auf die Beschaffenheit der Gänge lässt sich vielleicht auch das Verhalten der Körperhaare zurückführen, von denen nur diejenigen lang sind, welche neben dem After stehen und damit in das Lumen des Ganges unbehindert hineinragen, während die übrigen, welche an die Wand des Ganges gedrückt werden, sehr klein bleiben; allein es erklärt sich damit nicht, dass neben den langen Afterhaaren auch ganz kurze stehen, auf welche ein solcher Einfluss doch in gleicher Weise gewirkt haben müsste. — Es bleibt zuletzt zu erwähnen, ob nicht auch die Anwesenheit des Rückenschildes, welches die übrigen echten Krätzmilben nicht besitzen, und welches den die Mandibeln bewegenden Muskeln als Insertion dient, als durch Anpassung erworben aufzufassen ist, insofern als hier für die Bearbeitung der härteren Masse der Schnabelscheide ein kräftigerer Muskelapparat, und für diesen eine besondere Insertionsplatte sich entwickelt hat. Da aber ähnliche Platten sich bei noch anderen Milben (Ixodes, Listrophorus, Symbiotes spathiferus) finden, deren Lebensverhältnisse nicht unmittelbar zu einer gleichen Annahme nöthigen, so wird über diesen Punct die Entscheidung noch ausstehen, bis wir über die wechselseitigen Verwandtschaftsverhältnisse der Milben, zumal der parasitischen und nicht parasitischen, klarer unterrichtet sind.

Ich habe mich durch die Eigenthümlichkeiten der Milben veranlasst gesehen, für sie die Errichtung einer besonderen Gattung mit dem Namen Dermatoryctes in Vorschlag zu bringen, und würde deren Diagnose in folgender Weise fassen;

Dermatoryctes (nov. gen. e. fam Sarcoptidarum)

δέρμα, τό die Haut, *ὀρυκτής, ὁ* der Gräber.

Körper kurz mit braungerandeter Rückenplatte, und zwei sehr langen Afterhaaren; Beine beim Weibchen kurz stummelförmig mit derben klauenförmigen Endgliedern; beim Männchen länger mit Haaren und gestielten Haftscheiben; vivipare, auf Vögeln parasitirende, in der Epidermis Gänge bohrende Milben.

Derm. mutans

Sarcoptes mutans (Robin. 1860)

♀ 0,38—0,47 Mm. lang, 0,33—0,39 Mm. breit; ♂ 0,20—0,25 Mm. lang, 0,15 Mm. breit mit langen Schulter- nnd Flankenhaaren, die Beine des ♀ mit kleiner 2zähniger Endklaue. An den Füssen und dem Kamm der Hühner, übertragbar auf das Pferd.

Derm. fossor

♀ 0,25 Mm. lang, 0,22 Mm. breit; ♂ 0,169 Mm. lang, 0,118 Mm. breit mit kurzen Schulter- und Flankenhaaren; die Beine des ♀ mit starker 4zähniger Endklaue; am Schnabel von Munia maja.

Unter den Gattungen der Sarcoptiden steht Dermatoryctes den Gattungen Dermatophagus und Dermatokoptes (Fürstb.) am nächsten, und zwar spricht sich das in einer ähnlichen Vertheilung der Körperhaare aus, besonders in der Stellung der Schulter- und Flankenhaare; dann aber auch darin, dass die hierhergehörenden Thiere an den Vorderbeinen neben der gestielten Haftscheibe eine kleine Kralle tragen.

Die Differenzen zwischen den beiden Arten der neuen Gattung sind wenig bedeutend: der Dermat. mutans ist beträchtlich grösser als der Dermat. fossor; die Hautsculptur bietet nach Robin's Darstellung insofern eine Differenz, als bei Dermat. mutans die Körperhaut des Männchens überall gefurcht, bei D. fossor fast überall glatt ist; die Körperhaare des Derm. mutans sind wesentlich länger als bei Derm. fossor, das tritt besonders bei den Schulter- und Flankenhaaren und zumal beim Männchen hervor; das gleiche gilt von den Haaren der Beine; ausserdem finden sich zwischen beiden Arten Abweichungen in der Vertheilung der übrigen Haare des Körpers; es werden wenigstens von Robin jene Haare nicht alle erwähnt und gezeichnet, welche ich auf der Bauchfläche des Weibchens von Derm. fossor gefunden habe. Bedeutendere Differenzen bieten die Beine beider Arten: Wenn ich dabei von den Verbindungen absehe, welche bei D. mutans die Epimeren der ersten Beinpaare mit der Rückenplatte und untereinander besitzen sollen, so stellt sich zunächst darin ein Unterschied heraus, dass bei D. mutans die Nymphen, die Milben vor der letzten Häutung, am vorderen Beinpaare verschmolzene Epimeren besitzen, so dass sie darin mit dem erwachsenen Männchen übereinstimmen. Allerdings soll, wie Robin bemerkt, die Verschmelzung keine vollständige sein, so dass bei einem Druck auf das Thier die Epimeren von einander getrieben werden;

immer sind aber danach bei den jungen Milben des D. mutans die Epimeren des ersten Beinpaares einander so nahe gerückt, wie es bei dem D. fossor auf keinem Stadium der Entwicklung, das Männchen ausgenommen, sich findet. Die Beine selbst zeigen beim Weibchen die erhebliche Differenz, dass zunächst bei D. mutans das aus der Hüfte hervorgestreckte Bein, nach der Abbildung zu schliessen, schlanker als bei D. fossor ist, und nicht wie bei diesem aus drei, sondern aus vier von einander getrennten Gliedern besteht; dass bei D. fossor endlich das Endglied des Beines eine sehr viel derbere Klaue trägt, an der man vier Zähne unterscheiden kann, und nicht blos zwei, wie sie wenigstens nach der Abbildung die weit schwächere Klaue des Derm. mutans zeigt.

Hält man die Unterschiede, welche bei beiden Arten in der Ausbildung der Körperhaare und der Beine sich finden, mit den ungleichen Wohnorten derselben zusammen, so scheint es, als ob die Verschiedenheiten der Wohnsitze mit den Unterschieden der beiden Formen correspondirten: denn weder die Haut der Füsse und noch weniger die des Kammes der Hühner, oder die Oberhaut des Pferdes, auf welcher Derm. mutans sich ansiedelt, ist so hart, als die Hornscheide eines Schnabels, in welcher Derm. fossor wohnt. Und wie ich oben die Eigenthümlichkeiten, welche die Gattung auszeichnen, für den Dermat. fossor auf die Besonderheit seines Wohnortes habe zurückführen wollen, so liessen sich hier vielleicht die Differenzen, welche gerade darin bei beiden auf Vögeln parasitirenden Milben bestehen, etwa davon ableiten, dass dieselben ihre Gänge in Gewebe von ungleicher Härte anzulegen haben. Wir würden uns dann die Verschiedenheiten der beiden nah verwandten Formen durch Anpassungsvorgänge, die in gleicher Richtung aber ungleicher Stärke erfolgten, entstanden zu denken haben.

Tafelerklärung.

Taf. XII.

Fig. 1. Dermatoryctes fossor; geschlechtsreifes ♀, Rückenansicht. Vergr. 260.

Fig. 2. Dasselbe; Bauchansicht. Vergr. 260.

(In Fig. 1 und 2 sind die kleinen Körperhaare, mit Ausnahme der Schulterhaare, absichtlich zu gross gezeichnet; sie sind bei der hier gebrauchten Vergrösserung kaum zu erkennen.

Fig. 3. Dermatoryctes fossor; geschlechtsreifes ♂, Rückenansicht. Vergr. 260.

Fig. 4. Dasselbe; Bauchansicht. Vergr. 260.

Fig. 5. Junge Milbe vor der ersten Häutung, laufend dargestellt. Vergr. 260.

Figg. 6. 7. Dieselbe im Ruhezustand beim Eintritt der Häutung; Rücken- und Bauchansicht. Vergr. 260.

Fig. 8. Weibliche Milbe in der Häutung beim Uebergang zur achtbeinigen Form; in der abstehenden alten Haut liegt der sich neubildende Milbenkörper mit den kurzen Beinstummeln. Vergr. 260.

Fig. 9. Weibliche Milbe in der letzten Häutung; dasselbe Verhältniss wie in Fig. 8. Vergr. 260.

Fig. 10. Mittlerer Theil der Rückenhaut einer weiblichen Milbe vor der letzten Häutung mit den nur in diesem Stadium vorhandenen kegelförmigen Höckern. Vergr. 260.

Taf. XIII.

Figg. 1—5. Eier des Dermatoryctes fossor von verschiedenen Entwicklungsstufen Vergr. 330. Vergleiche den Text pag. 243. 244.

Figg. 6—9. Die Beine des geschlechtsreifen Weibchens; es sind die Chitinplatten gezeichnet nach einem Präparate in Kanada-Balsam. Vergr. 500.

Fig. 10. Hinterbein einer weiblichen sechsbeinigen Milbe, nach Behandlung mit Nelkenöl. Vergr. 500.

Fig. 11. Vordertheil eines Weibchens etwas durch Druck abgeplattet, um die neben dem Rüssel liegenden, von Robin als Wangen bezeichneten Hauttheile zu zeigen. Vergr. 312.

Fig. 12. Schematische Darstellung der den Rüssel zusammensetzenden Theile, bei einer Ansicht von der Ventralfläche her, bei welcher die sogen. Unterlippe mit 2 Haaren vorliegt; die übrigen Theile, durchscheinend gezeichnet, sind: *md*. Mandibeln; mx^1 Robin's Maxillen, mx^2 Maxillartaster, *m*. Kinn.

Fig. 13. Schematische Darstellung von der Vertheilung der einzelnen Theile im Grunde des Rüssels; Bezeichnung wie in Fig. 12.

Fig. 14. Schematische Darstellung des Rüssels bei einer Ansicht auf seine Eingangsöffnung; Bezeichnung wie in Fig. 12.

Fig. 15. Isolirte Mandibeln; *a* in der Seitenansicht, *b* zum Theil von oben. Vergr. 1700.

Fig. 16. Constructionszeichnung eines Maxillartasters ausser der Verbindung mit den übrigen Theilen des Rüsselumfanges, bei einer Ansicht auf die in den Hohlraum des Rüssels gewandte Fläche.

Fig. 17. Eine gleiche Zeichnung des Maxillartasters bei einer Ansicht auf die Fläche des Endgliedes.

Fig. 18. Die isolirte Rückenplatte. Vergr. 560.

Der Nasenaufsatz des Rhinolophus Hippocrepis.

Von

Dr. med. **A. Redtel.**

Mit Tafel XIV.

Die Familie der Istiophora unter den Flatterthieren trägt auf der vorderen Hälfte des Schädels einen Aufsatz, der durch seine sehr eigenthümliche und auffallende Gestaltung sofort bei der ersten Betrachtung des Thieres die Aufmerksamkeit auf sich ziehen muss und als das Merkwürdigste an demselben erscheint. Derselbe ist daher auch schon lange in seiner äusseren Form bekannt und von den Systematikern zum Zwecke der Classifizirung der einzelnen Gattungen dieser Familie benutzt worden; und das Interesse musste sich um so mehr auf ihn lenken, als man eine Zeit lang geneigt war, den Sitz des feinen Tastsinnes, den diese Thiere zeigen, und dessen Vorhandensein zuerst durch die Versuche SPALLANZANI's über den Flug geblendeter Fledermäuse genauer bewiesen wurde, in ihm zu suchen.

Dennoch hat der feinere Bau dieses Aufsatzes meines Wissens bisher nur von LEYDIG [1]) eine Untersuchung erfahren, die sich indess vorzugsweise auf die in ihm selbst und seiner Umgebung vorfindlichen Drüsen erstreckt zu haben scheint. Ueber die Bedeutung des Aufsatzes als Ganzen sagt er nur in einer kurzen Anmerkung, dass derselbe keine spezifischen Bestandtheile, etwa besondere Nervenverzweigungen, und dergleichen enthalte.

Meine Untersuchungen bestätigten gleich im Anfang diesen Ausspruch vollkommen, und meine Aufgabe wäre bald gelöst gewesen, wenn mir nicht in den unmittelbaren Umgebungen jenes Aufsatzes manches aufgestossen wäre, was der Erwähnung werth sein dürfte,

---

1) FRANZ LEYDIG: »Ueber die äusseren Bedeckungen der Säugethiere«, im Archiv für Anat. und Physiol. von REICHERT und DU-BOIS REYMOND. 1859. S. 733.

und demselben in morphologischer wie physiologischer Beziehung ein gewisses Interesse verleihen muss. Ich bemerke, dass sich meine Untersuchungen allein auf die kleine Hufeisennase erstreckten (Rhinolophus hippocrepis), die jenen Nasenaufsatz sehr entwickelt zeigt und durch ihre Geselligkeit und die Vorliebe für den einmal gewählten Aufenthaltsort allein die Möglichkeit giebt, ihrer in ausreichender Menge habhaft zu werden.

Da es für die Orientirung durchaus nothwendig erscheint, auch die äussere Form des Aufsatzes zu kennen, so will ich eine kurze und doch möglichst genaue Beschreibung derselben voranschicken; ich verweise dabei auf Figur 1 und 2 der beigegebenen Tafel XIV.

I.

Lage und äussere Form.

Die knöcherne Grundlage für den Aufsatz bilden die vorderen Theile der ossa frontalia, die an ihrem vorderen Ende kugelig aufgetriebenen ossa nasalia, die ossa maxill. sup. und intermaxillaria. Die Grenzen gegen die umgebenden Theile lassen sich nicht überall scharf ziehen. Seitlich und vorn setzt er sich continuirlich in die Oberlippe fort; nach hinten hängt der Aufsatz mit der Haut der Schädeldecke zusammen; nach unten sitzt er dem Periost der angegebenen Knochen auf.

Bei der Betrachtung der äusseren Form fallen sogleich vier Theile ins Auge, die in der Richtung von hinten nach vorn als Nasenblatt (prosthema) oder Lanzette (Fig. 2, [1]), Längskamm (crista) (Fig. 2, [2]), Sattel (sella) (Fig. 2, [3]), und Hufeisen (Ferrum equinum, *ἱπποκϱεπις*) (Fig. 2, [4]), dem das Thier seinen Namen verdankt, bezeichnet werden können.

Das Nasenblatt oder die Lanzette stellt eine pyramidale, von vorn nach hinten platte Erhebung dar, von dreieckiger Form, deren Spitze frei nach oben sieht, deren Basis dem vorderen Ende der ossa frontalia aufsitzt, deren beide Flächen nach vorn und hinten gerichtet sind. Die hintere Fläche ist in ihrer oberen Hälfte eben und spärlich mit feinen Härchen besetzt; ihre untere Hälfte vertieft sich zu einer länglichen Grube, die von einer sehr zarten, gefässreichen und fast gänzlich haarlosen Haut ausgekleidet ist, die nach hinten zu noch eine Strecke weit diese Beschaffenheit beibehält und dann mit scharfer Grenze in die dichtbehaarte, derbere Haut des hinteren Schädeldaches übergeht. Seitlich wird diese Grube von zwei scharf vorspringenden Hautfalten begrenzt, die sich nach aussen und unten in die oberen Lider der sehr kleinen Augen fortsetzen, welche unmittelbar nach aussen von der Basis des Nasenblattes liegen.

Die obere Hälfte der vorderen Fläche ist ebenfalls eben und fein und spärlich behaart; ihre untere Hälfte dagegen wird durch eine in der Mitte herabsteigende Längsleiste (Fig. 2, [15]), die sich von oben nach unten ansehnlich verbreitert, und zwei an jeder Seite von derselben ausgehende und in leichten Wellenlinien quer nach aussen verlaufende Querleisten (Fig. 2, [16] und [17]), in vier längliche Gruben abgetheilt, deren grösste Achse schräg von oben und innen nach unten und aussen gerichtet ist, und die gleichfalls mit feinen Härchen besetzt sind. Die beiden Seitenränder des Nasenblattes verlaufen annähernd gerade von oben nach unten, indem sie sich, je weiter nach unten, um so mehr von einander entfernen, und verlieren sich endlich in das hintere Ende der Oberlippe.

Die in der Mitte des Nasenblattes herabsteigende Längsleiste erhebt sich an der Basis desselben zu einem seitlich flach zusammengedrückten Aufsatz, der bis zur Höhe des unteren Drittheils des hinterliegenden Nasenblattes reicht, und dessen Form annähernd die eines Rechteckes ist, das auf seiner kurzen Seite als Basis ruht. Diese Erhebung ist der Längskamm.

Die nach oben und vorn sehende Kante desselben ist abgerundet, besitzt an ihrem hinteren Ende eine leichte, knopfförmige Anschwellung (Fig. 2, [5]), und hängt mit ihrem vorderen, leicht verbreiterten Ende (Fig. 2, [6]), über den Sattel hinüber, dessen hinteres Ende von ihr ausgeht.

Die hintere Kante des Längskammes, welche der längeren Seite des Rechteckes entspricht, ist scharf und geht nach hinten in die mittlere Längsleiste des Nasenblattes, wie schon erwähnt, über. Der vorderen Kante sitzt der Sattel auf; die Basis endlich ruht auf den unterliegenden ossa nasalia, von denen sie noch durch Gewebsschichten getrennt ist.

Der Sattel bildet eine in der Medianlinie gelegene, ovale Grube, die sowohl in querer, als senkrechter Richtung concav ist. Da sie von der Höhe des vorderen Endes des Längskammes nach vorn zur Ebene des tiefer liegenden Hufeisens herabsteigt, so liegt ihr hinteres, schmäleres Ende höher als das vordere, breitere. Letzteres geht nach vorn in ein schmales Bändchen über (Fig. 2, [7]), das die Verbindung mit der mittleren Commissur der beiden Blätter des Hufeisens (Fig. 2, [9]) vermittelt.

Das Hufeisen wird von zwei halbmondförmigen, von oben nach unten abgeflachten Blättern gebildet, deren vordere Enden vorn in der

Mittellinie zusammenstossen, während die hinteren, leicht verbreitert, in den unteren Schenkel der tieferen Querleiste des Nasenblattes übergehen (Fig. 2, ^{8}). Die innere, breitere Hälfte (Fig. 2, ^{18}) dieser Blätter sitzt der unterliegenden Oberlippe auf; die schmälere, äussere (Fig. 2, ^{19}), ragt beiderseits frei über die seitlichen Theile der Oberlippe heraus und verdeckt dieselben, von oben herab gesehen, vollständig. Nur am vorderen Ende des Hufeisens, wo seine beiden Blätter in der Mitte zusammenstossen, lassen sie einen Ausschnitt (Fig. 2, ^{10}) zwischen sich frei, in dem ein Theil der Oberlippe (Fig. 2, ^{11}) sichtbar wird.

Zwischen Sattel und Hufeisen jederseits liegt im leicht nach aussen convexen Bogen eine längliche, hinten flachere, vorn tiefere, schmale Grube (Fig. 2, ^{20}), die vorn zwei spaltförmige Oeffnungen (Fig. 2, ^{12}), den Eingang zur Nasenhöhle, enthält. Die vorderen Enden dieser Gruben sind nur durch das vom vorderen Theil des Sattels ausgehende Bändchen von einander getrennt, die hinteren durch eine kleine Hautfalte begrenzt (Fig. 2, ^{13}), die quer vom äusseren Rande des Sattels zum innern des Hufeisens hinüberzieht.

II.

Feinerer Bau des Aufsatzes und seiner Unterlage im Ganzen.

1. Aeussere Haut.

Der ganze Aufsatz ist überzogen von dem integumentum commune externum, das an den Eingangsöffnungen zur Nasenhöhle continuirlich mit deren Schleimhaut zusammenhängt. Seine Dicke ist an verschiedenen Stellen verschieden, im Mittel 0,02 Mm. wovon 0,007 Mm. auf die Epidermis, 0,013 Mm. auf die eigentliche Cutis kommen; dabei besitzt es eine grosse Festigkeit, die es den in der Lederhaut zahlreich vorhandenen elastischen Elementen verdankt. Entsprechend seiner geringen Dicke sind die Papillen sehr wenig entwickelt und nur ganz flach durch den wellenförmigen Verlauf der oberen Bindegewebsbündel der Lederhaut angedeutet, während sie bei Vespertilio murinus, der eine sehr starke Lederhaut besitzt, auch bei weitem höher sind. Tastkörperchen oder andere nervöse Apparate habe ich niemals, feinere Nervenfasern dagegen häufig in ihnen angetroffen. Auch kann man wegen ihrer geringen Höhe nicht von in ihnen liegenden Capillarschlingen reden; die Capillaren verlaufen vielmehr ebenfalls leicht wellenförmig und halten sich vorzugsweise in den tieferen Schichten der Lederhaut.

Der Pigmentgehalt der Zellen des rete Malpighii ist bei den einzelnen Individuen und nach der Oertlichkeit verschieden. Das Pigment ist dunkelbraun und umgiebt den hellen, runden Kern der Zellen, der selbst stets pigmentfrei bleibt, mit ringförmiger Zone. Auf die Wurzelscheiden der Haare setzt es sich nicht fort, verschwindet vielmehr schon in einiger Entfernung von der trichterförmigen Einsenkung, die die Epidermis überall da bildet, wo ein Haar hervorragt, aus den Zellen der Schleimschicht.

Leydig[1]) giebt für die Flughaut von Vespertilio murinus an, dass die Zellen des rete derselben einen pigmenthaltigen Kern besässen, dass jedoch das Centrum des Kernes stets pigmentfrei bleibe. Ich habe in meinem Falle immer nur finden können, dass das Pigment den Kern ringförmig umgiebt, wobei derselbe allerdings oft so verdeckt wird, dass nur ein helles Centrum von ihm sichtbar bleibt.

2. Grundgewebe.

Das Grundgewebe oder Stroma, in dem alle übrigen in dem Aufsatz und seiner Unterlage vorfindlichen Theile eingebettet sind, ist ein aus grossen, regelmässig polyedrischen, meist sechseckigen Zellen bestehendes Fettgewebe (vergl. Fig. 3). Die einzelnen Zellen haben einen mittleren Durchmesser von 0,023—0,03 Mm. und lassen keinen Kern erkennen; derselbe tritt indessen sehr deutlich beim Kochen mit Aether hervor, liegt meist nahe der Wand der Zelle, hat eine länglich runde Form, einen granulirten Inhalt und einen mittleren Durchmesser von 0,006 Mm.

Da dieses Fettgewebe in allen Stücken vollständig mit dem panniculus adiposus der äusseren Haut übereinstimmt und der ganze Aufsatz von dem integumentum comm. ext. überzogen wird, so kann man denselben offenbar als eine Hautstelle betrachten, an der der panniculus adiposus ungewöhnlich stark entwickelt ist und die freie Oberfläche besondere und merkwürdige Formen angenommen hat. Nimmt man diese Auffassung an, so erscheinen Nasenblatt, Längskamm und Hufeisen einfach als Duplicaturen der Haut, zwischen deren beiden Blättern ein stark entwickelter panniculus liegt. Hiermit stimmt die feinere Structur derselben sehr wohl überein; denn der in Fig. 3. auf dem Querschnitt dargestellte Bau des Nasenblattes wiederholt sich der Hauptsache nach in allen anderen Theilen des Aufsatzes.

Die Cutis schickt in das erwähnte Fettgewebe hinein vielfach Fortsätze, die aus Bindegewebe und spiralig verlaufenden, elastischen Fasern bestehen (Fig. 3), und zum Theil mit einander anastomosiren. Diese Fortsätze verlaufen z. B. im Nasenblatt durch die ganze Dicke desselben, von der vorderen zur hinteren Fläche, hindurch; anderwärts hängen sie mit dem Periost der unterliegenden Knochen oder mit den

---

1) l. c. S. 679.

sehnigen Enden von Hautmuskeln zusammen. Da, wo sich Talgdrüsen in grösserer Menge finden, bilden sie für die Aufnahme derselben ein vielfächriges Gerüst, das unmittelbar unter der Cutis liegt (vergl. Talgdrüsen).

In jenem Grundgewebe eingebettet liegen Muskeln, Drüsen, Nerven, Gefässe und Haarbälge.

3. Muskeln.

Beobachtet man das lebende Thier, nachdem man es auf irgend eine Weise gereizt und dadurch zu ausgiebigeren Bewegungen überhaupt angeregt hat, so sieht man bei aufmerksamer Betrachtung durch Muskelwirkung folgende Veränderungen in der Lage und Form der Schnauze und des Aufsatzes vor sich gehen.

1) Die ganze vordere Hälfte der Schnauze und das ihr aufsitzende Hufeisen rücken nach hinten; die ganze Schnauze wird breiter und flacher, besonders in ihrem centralen Theile; der Sattel wird flacher und tritt tiefer; gleichzeitig nimmt der Radius der Krümmung des Hufeisens zu, und wird die spaltförmige Grube zwischen Sattel und Hufeisen breiter, die Nasenlöcher weiter.

Diese Bewegungen geschehen sämmtlich gleichzeitig, gehen sehr schnell, fast ruckweise vor sich und lassen dann sogleich wieder nach, um auch sogleich wieder von neuem zu beginnen; und indem so die Schnauze abwechselnd zurück und wieder vorrückt, entsteht dieselbe Bewegung, die man an den Schnauzen so vieler Thiere, z. B.: der Maus, beobachtet und als »Schnuppern« bezeichnet.

2) Die beiden seitlichen Blätter des Hufeisens klappen auf und nieder, indem sie sich gleichzeitig um ihre Längsachse nach innen drehen.

3) Die ganze Schnauze wird in querer Richtung schmäler, und ihre freien unteren Ränder kippen leicht nach oben und aussen auf; gleichzeitig wird der Radius der Krümmung des Hufeisens kleiner, die Grube zwischen Sattel und Hufeisen schmäler, die Nasenlöcher enger.

Die zweite und dritte Bewegung sind seltener und dann meist combinirt, zu sehen. Niemals gelang es mir, irgend eine Bewegung an Nasenblatt und Längskamm wahrzunehmen, während der Sattel der Abflachung der centralen Theile folgt.

Entsprechend diesen Bewegungen finden sich in der Schnauze zahlreiche Muskelfasern der quer gestreiften Art, die meistens aus der Tiefe kommen, aber zum nicht geringen Theile in den Nasenaufsatz selbst, oder die ihn bedeckende Haut, ausstrahlen. Die Anordnung derselben ist eine ziemlich verwickelte und ich habe mich daher in den beigegebenen Zeichnungen begnügt, die Hauptrichtungen des Faserverlaufs anzugeben (vergl. Fig 4, 5, 6).

Die oben sub 1 genannten Bewegungen werden nur durch solche Muskelfasern bedingt, welche der Schnauze allein angehören. Die Bewegung der vorderen Hälfte derselben nach hinten, und die Abflachung ihrer centralen Partien ist die Wirkung von Fasern, die in der Tiefe dicht über dem Zwischenkiefer im Fettgewebe entspringen (Fig. 4, [6]), zum Theil auch mehr seitlich und noch tiefer aus der Oberlippe kommen (Fig. 4, [7]), und schräg von unten, innen und hinten nach oben, aussen und vorn ziehen, wobei sie sich in der Mittellinie vielfach durchkreuzen; sie endigen in dem Fettgewebe unter der Drüsenschicht, indem ihre Sehnen in die bindegewebigen Septa desselben übergehen.

Weiter hinten (Fig. 5, [5]) treten diese Fasern mehr regelmässig zu einem Bündel zusammengeordnet auf, und durchkreuzen sich mit denen der anderen Seite; ferner treten hier (Fig. 5, [6]) Fasern auf, die höher, dicht unter der Haut, die hier in der Mittellinie nur sparsam Drüsen führt, liegen und aus geringer Tiefe entspringend, sich mit denen der anderen Seite zierlich durchflechten, um sich dann in der Haut zu verlieren, welche den vorderen Theil der inneren nicht freien Hälfte des Hufeisens überzieht. Die Wirkung derselben muss im Wesentlichen die der erstgenannten Fasern sein.

Auf die Verbreiterung der zwischen Sattel und Hufeisen befindlichen Grube wirken Fasern hin, die im Gegensatz zu den vorigen, welche mehr isolirt verliefen, zu einem Bündel vereinigt seitlich aus der Tiefe der Oberlippe nach innen aufsteigen (Fig. 6, [10]) und sich an eine aus zellulärem Knorpel bestehende Platte (Fig. 6, [13]) ansetzen, die eine Fortsetzung der knorpligen Nase ist, und die äussere Wand jener Grube bildet. Diese Fasern treten, wenn auch schwächer, schon weiter vorn auf, wo die Nasenhöhle noch nicht beginnt, kreuzen sich hier mit den zur Basis des Hufeisens aufsteigenden Fasern und verlieren sich in dem Fettgewebe der mittleren Partien, zu deren Abflachung sie hier beitragen mögen; zugleich werden sie, zwischen zwei beweglichen Puncten befestigt, den unteren Rand der Oberlippe nach oben ziehen; die Ebene, in welcher sie vorkommen, liegt zwischen den in Fig. 4 und 5 dargestellten.

Die in Fig. 6, [10] dargestellten Fasern werden weiter vorn zur Erweiterung der Nasenlöcher beitragen, und hierin vielleicht unterstützt werden von Fasern, die in der Wand der Nasenhöhle liegen (Fig. 6, [12]), von der äusseren häutigen Wand derselben meist etwas schräg zur inneren knorpligen ziehen, und also einen sehr kurzen Verlauf haben. Wahrscheinlicher ist es mir übrigens, dass dieselben die Circulation des

Blutes in dem sehr entwickelten cavernösen Gewebe (Fig. 6, [7]) reguliren, welches unter der Schleimhaut der Nasenhöhle liegt und viel entwickelter ist als beim Menschen, wo es sich ja vorzugsweise an der unteren Muschel findet. Dem entsprechend treten auch bei Rhinolophus oft schon bei geringen Insulten Blutungen aus der Nase auf.

Die oben sub 2 genannte Bewegung der beiden seitlichen Blätter des Hufeisens wird durch Fasern bedingt, die vorn von der oberen Fläche des Zwischenkiefers (Fig. 5, [7]), weiter hinten von der seitlichen Fläche der Oberkiefer entspringen und anfangs dicht zu einem Bündel zusammengeordnet, schräg nach aussen und oben verlaufen. Im oberen Dritttheil angelangt, theilen sich die Fasern in zwei Bündel, das äussere stärkere tritt allein in die Basis des Hufeisens ein, und seine Fasern lassen sich noch eine Strecke weit in ihm verfolgen, um sich endlich in der Haut und dem fetthaltigen Grundgewebe desselben zu verlieren; das schwächere innere Bündel tritt an die Haut der inneren nicht freien Hälfte des Hufeisens. Weiter hinten verliert sich das innere Bündel ganz, und erhält sich nur das, je weiter nach hinten, um so stärkere äussere Bündel; letzteres findet sich bis zum hinteren Ende des Hufeisens vor, giebt aber dann zahlreiche seitliche Fasern für die Oberlippe ab, die, fächerförmig ausgebreitet (Fig. 6, [11]), zwischen den Drüsen hindurch bis zur freien, äusseren Fläche derselben vordringen und sich hier an die Cutis inseriren.

Da bei Rhinolophus der Zwischenkiefer nur durch fibröse Bandmasse hinten und seitlich mit den angrenzenden Knochen verbunden und beweglich ist, so wird die Wirkung der eben genannten Fasern, soweit sie vom Zwischenkiefer entspringen, eine weit weniger energische sein, wenn nicht in dem Augenblick, wo sie sich contrahiren, für Fixation des Zwischenkiefers, als ihres Ursprungs, Sorge getragen würde. Dies scheint aber in der That zu geschehen, durch Muskelfasern, die sehr entwickelt seitlich am Zwischenkiefer entspringen (Fig. 4, [8] und Fig. 5, [8]) und quer nach aussen in die Oberlippe ausstrahlen; sie bewirken wesentlich die oben sub 3 genannten Formveränderungen, und dass sie die Fixation des Zwischenkiefers in der That übernehmen, wird dadurch sehr wahrscheinlich, dass, wie ich schon oben erwähnte, die sub 2 und 3 genannten Bewegungen meist gleichzeitig erfolgen.

Endlich will ich noch Fasern erwähnen, die, wenig entwickelt, von der Decke der Nasenhöhle entspringen, und, nachdem sie sich mit denen der anderen Seite zum Theil gekreuzt haben, in die Seitenränder und die Haut der freien Fläche des Sattels ausstrahlen, zum Theil auch an eine daselbst liegende Knorpelplatte (Fig. 6, [6]) sich inseriren; diese Fasern kommen erst hinter der in Fig. 6 dargestellten Ebene vor. Sie müssen die Krümmung des Sattels abflachen, wenn auch ihre Wirkung im Ganzen eine sehr geringe sein mag.

Auf die besondere Bedeutung einzelner Muskelfasern für die Drüsensecretion und die Circulation des Blutes in den Haarbälgen der Tasthaare werde ich später zurückkommen.

4. Drüsen.

Die Schnauze des Rhinolophus ist ausgezeichnet durch einen grossen Reichthum an Drüsen, deren zweierlei Arten unterschieden werden müssen, nämlich Talgdrüsen und Schweissdrüsen.

a. Talgdrüsen.

Die Talgdrüsen richten sich in ihrer Lage nach den Haarbälgen, als deren Anhänge sie auftreten. Sie liegen daher peripherisch, unter der Oberfläche der Cutis, die für ihre Aufnahme durch bindegewebige Fortsätze, die sie in die Tiefe schickt, ein spongiöses Gerüst herstellt. Die Zahl derselben richtet sich nach der Zahl der vorhandenen Haare, und sie stehen demgemäss dichter in den seitlichen als in den mittleren nur spärlich behaarten Theilen, dichter in der Schnauze als in dem eigentlichen, fast nackten Aufsatz. An den seitlichen Rändern der wulstigen Oberlippe liegen sie in zwei- und dreifacher Lage übereinander, indem sie zwischen sich nur Raum für schmale bindegewebige Septa lassen; die oberflächlichsten derselben gehören dann den schwächsten, die tiefstliegenden den stärksten Haaren an.

Ihr feinerer Bau unterscheidet sie nicht von anderen Talgdrüsen. Es sind azinöse Drüsen von 0,077 Mm. mittlerer Länge und 0,04 Mm. mittlerer Dicke, deren Azini im Ganzen nur wenig entwickelt sind, so dass die kleinsten nur einfache länglich runde Säckchen darstellen. Einer zarten Tunica propria sitzen in mehrfacher Lage sehr regelmässig polyedrische, meist fünfeckige Zellen auf, die einen feingranulirten Inhalt besitzen und bei Carminfärbung sehr deutlich einen central gelegenen, kleinen runden Kern zeigen, mit hellem Kernkörperchen; die Grösse dieser Zellen beträgt im Mittel 0,02 Mm. die der Kerne 0,009 Mm. Weiter nach innen gegen das Drüsenlumen hin trifft man mit grösseren und kleineren Fetttropfen erfüllte Zellen, in denen ein Kern zum Theil schon nicht mehr sichtbar ist, und endlich noch weiter nach innen freie Fetttropfen und Reste zerfallner Zellen, die auch den kurzen Ausführungsgang erfüllen. Derselbe besitzt eine Länge von 0,06 Mm. und mündet nach leicht gewundenem Verlauf, 0,07—0,15 Mm. unter der freien Hautoberfläche in den zugehörigen Haarbalg, zwischen Haarschaft und innere Wurzelscheide ein. Jedes Haar besitzt 2 Talgdrüsen. Bemerkenswerth ist die grosse Tiefe, in die sie hinabreichen, so dass sie fast sämmtlich nicht in der Lederhaut, sondern tief im subcutanen Fettgewebe liegen.

b. Schweissdrüsen.

Schweissdrüsen finden sich bei weitem am zahlreichsten in der Oberlippe, wo sie beiderseits mehr central, unter den Talgdrüsen, liegen, zwischen denen hindurch ihre Ausführungsgänge zur Hautoberfläche emporsteigen; dem Nasenaufsatz selbst gehören sie nur in so fern an, als einzelne von ihnen in der ihn bedeckenden Haut münden. In den seitlichen Theilen der Oberlippe liegen sie ziemlich genau symmetrisch (vergl. Fig. 4, 5, 6), und eine dicht neben der anderen; in der Medianlinie dagegen kommen sie nur vereinzelt vor, zu beiden Seiten der mittleren Commissur des Hufeisens, unter der freien Oberfläche des Sattels und unter der Basis des Längskammes; endlich ziemlich zahlreich zwischen Längskamm und Nasenblatt, und in der unteren Hälfte des Nasenblattes selbst, sind aber hier viel kleiner, namentlich dünner als an den erstgenannten Stellen und liegen der Oberfläche näher. Die Blätter des Hufeisens, der Längskamm und die obere Hälfte das Nasenblattes enthalten keine 1).

Leydig 2) macht für die Schweissdrüsen von Vespertilio murinus bereits darauf aufmerksam, dass sich dieselben in ihrer Form sehr erheblich von den gewöhnlichen, knäuelförmigen Schweissdrüsen, wie wir sie z. B. beim Menschen finden, unterscheiden, und dass man sie daher leicht als Schweissdrüsen verkennen könne; er vergleicht ihre Form, bei schwacher Vergrösserung betrachtet, mit der der Vater-Pacinischen Körperchen, und in der That mit gewissem Rechte. Es sind einfache, tubulöse Drüsen (vergl. Fig. 7), deren Drüsenschlauch unverästelt und nur ganz leicht in verschiedenen Ebenen gewunden, aber durchaus nicht geknäuelt ist. Die Länge des Drüsenkörpers beträgt 0,6 Mm. die grösste Dicke 0,15—0,2 Mm. An den Drüsenkörper schliesst sich ein Ausführungsgang an, dessen Länge sehr verschieden, im Mittel 0,35 Mm. ist, und dessen Durchmesser in dem etwas dickeren Anfangstheil 0,04 Mm. misst. Auch der Ausführungsgang steigt fast gestreckt, und nur mit ein oder zwei ganz leichten Biegungen zur Oberfläche

---

1) Anm. Beiläufig will ich hier bemerken, dass ich, abweichend von dem z. B. beim Menschen gültigen Verhalten im äusseren Gehörgang von Rhinolophus nur Drüsen azinöser, nie tubulöser Form fand.

2) l. c. S. 732.

empor, wo er in der bekannten Weise frei, nicht wie es nach Leydig's Angabe [1]) bei Vespertilio murinus durchweg der Fall ist, in den Haarbalg mündet.

Der Drüsenkörper ist umsponnen von einem Capillarnetz, dessen Capillaren ihn vorwiegend circulär umkreisen. Der Bau seiner Wand erinnert an den der complicirter gebauten Schweissdrüsen der menschlichen Achselhöhle. Dieselbe besteht nämlich zu äusserst aus einer starken bindegewebigen Kapsel (vergl. Fig. 8), mit ovalen Bindegewebskörperchen und elastischen Elementen, dann einer sehr entwickelten Schicht glatter Muskelfasern, und endlich der zarten homogenen Tunica propria, die das Drüsenepithel trägt.

Die glatten Muskelfasern verlaufen, am unteren und oberen Ende der Drüse convergirend, über den ganzen Drüsenkörper hin und sind durch Zwischenräume von einander getrennt, die etwa eben so breit, wie sie selbst, sind. Sie haben eine bedeutende Länge bis zu 0,05 Mm. und eine durchschnittliche grösste Breite von 0,004 Mm. (vergl. Fig. 9). Ihr Inhalt erscheint ganz homogen, blassgrau und lässt nur bei starker Vergrösserung eine sehr feine Granulirung erkennen. Etwa in der Mitte der Zellenlänge liegt ein grosser, ovaler Kern, von 0,01 Mm. Länge und 0,006 Mm. Breite, der einen granulirten Inhalt und mehrere helle Kernkörperchen besitzt, und durch seine Dicke, welche die der Faserzelle selbst erheblich übertrifft, die Wand derselben nach allen Seiten hin vorbaucht, dergestalt, dass oft kaum ein ganz schmaler Streifen des Zelleninhalts sich um ihn herum verfolgen lässt.

Die längsten dieser Fasern erstrecken sich fast über den ganzen Drüsenkörper hin vom Fundus bis zum Uebergang in den Ausführungsgang. Auf dem Querschnitt sieht man diese Fasern rundlich, zum Theil aber auch dreikantig wie einen Keil, dessen Basis nach aussen, dessen Schneide nach innen gegen das Drüseninnere hinsieht (vergl. Fig. 8).

Die Zellen des Drüsenkörpers sind sehr regelmässig sechskantige Cylinderzellen, die von oben gesehen (Fig. 7 und 9), wie ein polyedrisches Pflasterepithel aussehen, dessen Zellen durch breite, helle Contouren von einander getrennt sind. Sie sind im Allgemeinen oben etwas breiter als unten, wo sie der tunica propria aufsitzen. Ihre Höhe ist sehr verschieden 0,02—0,03 Mm., ihre Dicke 0,007 Mm. Die so verschiedene Höhe der Zellen macht das Drüsenlumen vielfach ausgebuchtet, und seine Wand uneben und hügelig. Sie führen einen fein granulirten Inhalt und, wie es sich nach Leydig [2]) auch bei Vespertilio murinus findet, fast sämmtlich zwei oder mehr grosse rundliche Kerne, mit einem Durchmesser von 0,005 Mm. Zellen mit einfachem Kern, der dann nahe dem oberen Ende liegt, sehe ich nur selten. Die Kerne haben ebenfalls einen fein granulirten Inhalt und 2—4 helle, stark lichtbrechende Kernkörperchen, und sind von einer breiten hellen Contour derart umgeben, dass sie in einer Lücke des Zellenleibes, wie in einer Vacuole, zu liegen scheinen.

---

[1]) l. c. S. 732.

[2]) l. c. S. 732.

Entsprechend diesem Reichthum an Kernen, der offenbar auf eine sehr rapide Zellenvermehrung hindeutet, kann man an ihnen auch alle Stadien der Theilung beobachten, die zum Theil sehr auffallend sind[1]. So sah ich z. B. eine Zelle (vergl. Fig. 9), an der durch eine in der Mitte oben und unten markirte Einschnürung bereits die Theilung eingeleitet, und die Trennung in zwei Tochterzellen angedeutet war; jede der beiden Tochterzellen aber bereitete sich schon wieder zur Theilung vor; denn jede enthielt bereits zwei Kerne und die nur erst unvollkommen getheilte Mutterzelle deren also vier. Sind mehrere Kerne vorhanden, so ist die Lage derselben im Zellenkörper wechselnd; in der Regel liegen sie untereinander, nicht selten aber auch, besonders wenn die Kerntheilung eben erst erfolgt ist, nebeneinander und beide Kerne sind dann oft halbmondförmig gestaltet. Die Theilung erfolgt in der Regel in der Längsachse der Zelle; doch kommen auch schräge Theilungen vor, derart, dass eine Furche, die schräg von dem oberen Ende einer Kante zu dem unteren der gegenüberliegenden hinzieht, den Zellenleib in zwei ungleiche Hälften zerlegt.

Die obere, gegen das Drüsenlumen hinsehende Fläche der Zellen zeigt einen breiten hellen Saum, an dem ich indessen eine weitere Structur nicht erkennen konnte, und es scheint mir fraglich, ob demselben irgend eine Bedeutung beizumessen ist.

Eine weitere sehr bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit dieser sonderbaren Zellen beruht in dem Verhalten ihrer Basis. Dieselbe läuft nämlich nur an einzelnen leicht spitz zu und sitzt mit dieser Spitze der Tunica propria auf. Die Mehrzahl der Zellen dagegen ist an der Basis eigenthümlich ausgezackt, derart, dass entweder zwei Zacken zu beiden Seiten der Zelle hinabragen und einen halbmondförmigen nach unten offnen Raum begrenzen (vergl. Fig. 8. und 9), oder dass das untere Ende in eine ganz kurze, aber scharfe conische Spitze ausläuft, oder auch, dass sich drei Zacken mit zwei Vertiefungen dazwischen finden. An manchen Zellen endlich ist die ganze Basis concav und stellt eine nach unten offne Kuppel dar. Am häufigsten trifft man die erstgenannte

---

[1] Diese Beobachtungen sind an Präparaten, die in MÜLLER'scher Flüssigkeit lagen, gemacht.

Form an. Die Länge dieser Zacken, die ganz homogen sind und glasartig glänzen, beträgt 0,006 Mm.

Zwischen je zwei solcher Zacken (vergl. Fig. 8) liegt also eine entsprechend tiefe halbmondförmige Einsenkung, die von der tunica propria, welche sich ihr genau anschmiegt, ausgekleidet wird und je eine der contractilen Faserzellen einschliesst, von denen ich schon oben bemerkte, dass sie keilförmig gegen das Innere der Drüse vorragten. Es scheinen dies also eine Art Stachel- oder Riffzellen zu sein, deren Stacheln aber weniger zu ihrer eignen Befestigung, als zur Aufnahme glatter Muskelfasern dienen, die die Drüse umgeben und vielleicht nicht blos auf die Herausbeförderung des Secretes aus der Drüsenhöhle, sondern auch auf Druckveränderungen in den einzelnen Zellen selbst einen Einfluss ausüben.

Ich bemerke hierzu, dass es mir nur an Alkoholpräparaten gelang, hinreichend feine Querschnitte der Drüsen zu erhalten; und muss ich es daher unentschieden lassen, ob nicht Faltungen der tunica propria, hervorgerufen durch die Einwirkung des Alkohol, mit zur Erzeugung des so auffallenden Bildes beitrugen.

Für die Herausbeförderung des Secretes aus der Drüse ist auch noch auf andere Weise gesorgt.

An vielen Stellen nämlich werden die Drüsenkörper von den Primitivbündeln der einzelnen Hautmuskeln, die isolirt zwischen ihnen durch zur Haut hin verlaufen, derartig umstrickt, dass die Contraction derselben den Drüsenkörper zusammenpressen und also das Secret entfernen muss (vergl. Fig. 6).

Ueber den Ausführungsgang der Schweissdrüsen kann ich mich kurz fassen; die glatten Muskelfasern setzen sich nicht auf ihn fort, und er selbst setzt sich scharf gegen den Drüsenkörper ab. An seinem obersten Ende zeigt er eine leichte, trichterförmige Erweiterung und entbehrt während seines Verlaufs durch die Epidermis einer selbstständigen Wandung. Er besitzt ebenfalls eine bindegewebige Kapsel, die aber sehr viel dünner als die des Drüsenkörpers ist und schmale, längliche Kerne führt. Sein Epithel besteht aus polygonalen, mehr platten und kleineren Zellen, die ein braunschwarzes, feinkörniges Pigment enthalten, welches den Zellen des Drüsenkörpers abgeht und in der Regel nur bis zum unteren Dritttheil des Ausführungsganges hinabreicht. Die Weite seines Lumens beträgt in der Mitte 0,015 Mm.

5. Nerven und Gefässe.

Wie man aus der Lage des Nasenaufsatzes erwarten konnte, wird derselbe vom n. trigeminus versorgt, der bei Rhinolophus eine Stärke besitzt, die nicht recht im Verhältniss zur Grösse des Bezirkes, in dem er sich verbreitet, zu stehen scheint; die ungewöhnliche Stärke des Stammes erklärt sich indess, wenn man bedenkt, dass derselbe an jedes der zahlreichen unten näher zu beschreibenden Tasthaare ein relativ starkes Stämmchen abgiebt. Derjenige Ast des n. trig. welcher vorzugsweise für die vordere Hälfte der Schnauze und des Aufsatzes und die dort befindlichen Tasthaare bestimmt ist, ist der ram. infraorbitalis, welcher, nachdem er durch einen dünnen Knochenring, analog dem for. infraorbit. an der vorderen oberen Fläche des Oberkiefers getreten ist, sich sogleich fächerförmig ausbreitet und nach vorn, oben und hinten zahlreiche Aeste abschickt. Da derselbe den grösseren Theil der ganzen Schnauze zu versorgen hat, ist er der stärkste Ast des Stammes, der ausserdem nur noch wenige schwache Stämmchen für die hintere Hälfte nach oben schickt. Die stärksten Tasthaare wenigstens scheinen sämmtlich vom n. infraorb. versorgt zu werden. Die in die Schnauze und den Aufsatz eintretenden Nervenfasern endigen auf dreifache Weise, nämlich in der Haut, in den Muskeln und in den Tasthaaren; nur die letzteren Endigungen habe ich einer genaueren Untersuchung unterzogen.

Der eigentliche Aufsatz selbst ist arm an Nerven, und scheint nur Endigungen in der ihn bedeckenden Haut zu besitzen.

Der Gefässreichthum dieser Theile ist ebenfalls bedeutend, indem die dichten Capillarnetze, welche die zahlreichen Schweissdrüsen umspinnen, die grösseren Bluträume, welche als sog. cavernöse Körper an den Haarbälgen der Tasthaare sich finden, und endlich das sehr entwickelte Schwellgewebe der Nasenschleimhaut eine ungewöhnlich grosse Menge Blutes erfordern.

6. Haare.

Wie auf den Schnauzen der meisten Säugethiere, so finden sich auch hier zwei wesentlich verschiedene Haararten vor, nämlich 1) solche, die einfach der Bedeckung dieses Körpertheils dienen, und 2) solche, die durch einen cavernösen Körper und ihren Nervenreichthum ausgezeichnet als Organe des Tastsinnes functioniren und daher Tasthaare genannt werden.

a. Einfache Haare.

Dieselben unterscheiden sich in nichts von den an anderen Körperstellen befindlichen; ihre Bälge greifen tief in das subcutane Fettgewebe hinein und besitzen jeder 2 Talgdrüsen. Ihr Schaft ist ausgesprochen gezahnt, um so stärker, je dünner das Haar ist.

Bemerkenswerth ist das örtliche Verhalten in der Stellung der einfachen Haare zu den Tasthaaren. In einer Entfernung von 0,15—0,2 Mm. nämlich vom Schafte des Tasthaares, fehlen rings um denselben die einfachen Haare; dann aber kommen, concentrisch um ihn gruppirt, und eines dicht neben dem andern, 15—18 kleine, einfache Haare, so dass man die Tasthaare hier im Sinne Heusinger's[1]) als Stichelhaare auffassen muss, die einfachen als die dazu gehörigen Wollhaare.

b. Tasthaare[2]).

Tasthaare in dem oben angegebenen Sinne sind ja bekanntlich bereits bei sehr vielen Säugern nachgewiesen, und vielleicht bei allen, nur nicht beim Menschen, vorhanden.

Dieselben zeichnen sich von den einfachen Haaren hauptsächlich durch dreierlei Eigenschaften aus, nämlich 1) durch ihre Länge und Stärke, 2) durch ihren Reichthum an Nerven, und 3) an Blut, welches in einem sogenannten cavernösen Körper enthalten ist, der in dem bindegewebigen Haarbalg liegt und sich mehr oder weniger weit in demselben hinauf erstreckt.

Die genannten Unterschiede von den einfachen Haaren treffen auch für die Tasthaare, die ich bei Rhinolophus finde, zu; auffallend war mir nur noch die genau symmetrische Anordnung, in der wenigstens die grösseren von ihnen stehen, und die folgende ist (vergl. Fig. 1 und 2).

Je zwei stehen hinter einander zu beiden Seiten der Medianlinie im hinteren Theil des Nasenaufsatzes vor der Basis des Nasenblattes, und übertreffen alle anderen an Stärke und Länge, so dass sie mit ihren freien Enden die obere Spitze des Nasenblattes weit überragen, obwohl sie nicht gerade nach oben, sondern etwas nach aussen und vorn gerichtet sind. — Je eins steht am hinteren Ende des Hufeisens; dann je sieben jederseits, ebenfalls genau symmetrisch, in einer Reihe am oberen Rande der Oberlippe, unter den Blättern des Hufeisens, und werden, je weiter nach vorn, um so kleiner. Eine grössere Anzahl, etwa 10—15, steht jederseits unter diesen auf der äusseren Oberfläche der Oberlippe; bei ihnen ist die symmetrische Anordnung nicht mehr ganz streng durchgeführt, und sie werden ebenfalls, je weiter nach

---

1) Heusinger, System der Histologie Th. 1. p. 189.

2) Vergl. Odenius, Beitrag zur Kenntniss des anatomischen Baues der Tasthaare. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. II. 1866. p. 436 u. f. Gegenbaur, Untersuchungen über die Tasthaare einiger Säugethiere. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. III. 1851. p. 13 u. f. Dietl, Untersuchungen über Tasthaare. Sitz.-Ber. d. kaiserl. Akad. z. Wien, Jahrg. 1871. Bd. 64. I. Abth. p. 62. Jobert, Etudes d'anatomie comparée sur les organes du toucher. Annal. scienc. natur. Tom. XV. Ser. V Zool. Art. V. Von den beiden letzten Arbeiten bemerke ich, dass sie mir erst nach Abschluss meiner Untersuchungen zu Gesicht gekommen sind.

vorn, um so kleiner. Endlich steht eine grössere Zahl der kleinsten beiderseits am vorderen Ende der Unterlippe. Die Gesammtsumme derselben mag etwa 70—80 betragen.

Ueber die Bedeutung der Tasthaare als eines Gefühlsorganes hat Dr. BROUGHTON Versuche angestellt, und CARPENTER[1]) führt an, dass junge Katzen, denen man die Augen verbunden hatte, nicht mehr im Stande gewesen seien, sich aus einem Labyrinth, in das man sie gebracht hatte, herauszufinden, nachdem man ihnen die Tasthaare abgeschnitten, während sie dies vordem sehr wohl konnten.

Ich habe ähnliche Versuche an Rhinolophus angestellt. Bekanntlich besitzen diese Thiere eine wunderbare Geschicklichkeit, Hindernisse, die ihrem Flug in den Weg treten, zu vermeiden. Ich spannte in einem kleinen Zimmer zahlreiche Fäden in allen Richtungen durch einander auf, so dass ein dichtes Netzwerk entstand, dessen Maschen zum Theil weniger als einen Fuss massen, und liess das Thier fliegen. Es flatterte mit grosser Geschwindigkeit zwischen den Fäden hindurch, berührte jedoch nur höchst selten einen oder den anderen mit den Flügeln; niemals stiess es mit dem Kopf dagegen.

Sodann blendete ich das Thier, und liess es abermals fliegen. Der Flug war jetzt mehr flatternd, der Flügelschlag häufiger, aber es vermied sämmtliche Fäden genau eben so geschickt, wie vordem. Jetzt schnitt ich ihm die sämmtlichen Tasthaare kurz ab; allein der Flug des Thieres änderte sich in keiner Weise. Dies war vorauszusehen. Denn beobachtet man den Flug des Thieres genau, so sieht man, dass es den ausgespannten Fäden nicht etwa erst dann ausweicht, wenn es dieselben auf irgend eine Weise, etwa mit den Flügeln, berührt, wo es ja dann auch bei der grossen Schnelligkeit des Fluges nicht mehr im Stande sein würde, die Richtung zu ändern, sondern es macht schon in grösserer Entfernung, $1/_2$—1′ davon, die betreffende Schwenkung. Eine solche Wirkung in die Ferne aber den Tasthaaren zuschreiben zu wollen, würde ganz unverständlich sein. Ich glaube vielmehr, dass es die Flügel sind, die, vielleicht von Druckschwankungen der Luft getroffen, dem Thiere von dem seinem Flug entgegenstehenden Hindernisse Kenntniss geben. Versuche darüber misslangen, weil es mir nicht gelang, eine Masse zu finden, mit der man die Flügel des Thieres hinreichend dicht hätte überziehen können, ohne das Flugvermögen aufzuheben.

Dass in den Flügeln des Thieres nervöse Apparate liegen könnten, die die feinsten Druckveränderungen perzipiren, kann ich nach den sehr einfachen Versuchen, die ich auch darüber angestellt habe, und

---

1) TODD's Cyclopaed. of Anat. Vol. IV. art. Touch. p. 1167.

dem bekannten, zuletzt von SCHÖBL nachgewiesenen, grossen Nervenreichthum derselben durchaus nicht für unmöglich halten. Hängt nämlich das Thier an der Wand, wobei ja der grösste Theil des Körpers von den Flughäuten umhüllt ist, und erregt man in grosser Entfernung von demselben durch geräuschlose Bewegungen einen nur ganz leichten Luftzug, so genügt derselbe schon, das bis dahin ruhig dahängende Thier aufzuschrecken; wenn diese Empfindlichkeit für Druckschwankungen aber schon bei zusammengeklappten Flügeln so deutlich hervortritt, so muss sie bei ausgebreiteten noch viel grösser sein, und, wenn das Thier, nachdem es geblendet war, einen häufigeren Flügelschlag zeigte, so geschah es vielleicht instinktig; denn je häufiger es mit den Flügeln schlägt, um so mehr wächst offenbar die Möglichkeit, die durch entgegenstehende Hindernisse bedingten Druckschwankungen wahrzunehmen. Ich denke mir daher den Vorgang so, dass das Thier, indem es sich der Wand oder dem Faden nähert, die Luft gegen dieselben comprimirt und diese minimale Drucksteigerung schon aus relativ grosser Entfernung zu seiner Wahrnehmung gelangt, so dass es die Flugrichtung noch rechtzeitig zu ändern vermag.

Die mittelgrossen Tasthaare erreichen die 4—5fache Stärke und Länge der einfachen Haare mittlerer Grösse; am Balge fällt besonders die grosse Breite ins Auge, die im oberen Drittheil etwa 0,3 im unteren 0,25 Mm. beträgt, und die theils durch den eingeschobenen cavernösen Körper, theils durch die sehr starke Entwicklung der äusseren Wurzelscheide bedingt wird. Die Länge des Balges beträgt im Mittel 0,8 Mm.; die zugehörigen Haarschäfte haben dicht über der Hautoberfläche eine Dicke von 0,015 Mm. und ihre ganze Länge, vom Haarknopf bis zur Spitze gemessen, beträgt $3^1/_2$—$4^1/_2$ Mm. Wie alle Haare nicht über eine bestimmte Länge hinauswachsen, so fallen auch die Tasthaare, wenn sie diese Länge erreicht haben, aus und ein junges Haar tritt an ihre Stelle.

Bei der Durchmusterung einer grösseren Anzahl von Haarbälgen stösst man auf sehr verschiedene Bilder, die den verschiedenen Stadien der Entwicklung [1]), des Wachsthums und des Absterbens entsprechen, und es empfiehlt sich daher, bei der Beschreibung zunächst eines dieser Stadien ins Auge zu fassen, und hieran die durch die anderen bedingten Veränderungen anzuschliessen. Am geeignetsten hierfür ist das Stadium des Wachsthums.

---

[1]) Vergl. REICHERT, Ueber Structur, Textur und Bildung der Haare in GÜNSBURG's Zeitschrift für klinische Medicin. Bd. VI. p. 9.

1. Das Tasthaar im Stadium des Wachsthums.

Wie an dem einfachen Haar, so lassen sich auch am Tasthaar fünf Hauptbestandtheile unterscheiden, die sich in der Richtung von aussen nach innen als Haarbalg, äussere und innere Wurzelscheide, Haarschaft mit dem Haarknopf, und Haarpapille einander folgen. Innere Wurzelscheide und Haarschaft gehören ihrer Entwicklung nach eng zusammen. Hierzu kommt beim Tasthaar noch als ein sechster wichtiger Bestandtheil der cavernöse Körper, der zwischen zwei Blättern, in die sich der Haarbalg spaltet, eingeschlossen liegt.

Da einzelne der genannten Theile in den oben angezogenen Schriften bereits sehr genau beschrieben sind, so verzichte ich im Folgenden auf eine ausführliche und zusammenhängende Darstellung derselben, und werde hauptsächlich nur auf solche Puncte näher eingehen, die entweder bei Rhinolophus abweichend sind, oder auf die meines Wissens bisher noch nicht genügend geachtet ist.

a. Haarbalg.

Der Haarbalg (vergl. Fig. 10) eines der stärksten, vor dem Nasenblatt stehenden Tasthaare, dessen Verhältnisse ich allen vorkommenden Grössenangaben zu Grunde lege, misst 1,9 Mm. in der Länge, und 0,65 Mm. in der Dicke; seine Gestalt ist leicht sanduhrförmig durch eine in der Mitte befindliche Einschnürung; die oberhalb dieser Einschnürung belegene Hälfte ist etwas umfangreicher als die untere; der Querschnitt ist kreisrund.

Vermöge seiner Länge ragt er tief in das Unterhautfettgewebe hinab, dessen Zellen ihn unmittelbar umgeben; nach oben hängt er mit dem Bindegewebe der cutis zusammen, in das er mit tiefer ringförmiger Einschnürung übergeht; unten wird er etwas schmäler und entsendet für die in ihn eintretenden Gefässe und Nerven bindegewebige Scheiden; nach innen grenzt er allseits an die äussere Wurzelscheide (Fig. 10, ^{12}), von deren Zellen ihn eine glashelle Lamelle trennt (Fig. 10, ^{10}).

Er besteht aus feinen, glänzenden Bindegewebsfibrillen, und zahlreichen elastischen Elementen, die ihm eine sehr bedeutende hornartige Festigkeit verleihen, ohne doch seine Dehnbarkeit aufzuheben, die nöthig war, damit er sich den Volumsveränderungen, die er durch den in ihm liegenden cavernösen Körper erfährt, anpassen könne.

Seine Wand wird durch den eingeschalteten cavernösen Körper in 2 Blätter zerlegt, die ich als äusseres (Fig. 10, ^{6}) und inneres Blatt (Fig. 10, ^{9}) unterscheiden will. Beide sind seitlich durch die Breite des cavernösen Körpers getrennt; oben und unten gehen sie in einander und oben dann gemeinsam in die umgebende Cutis über. An letzterer Stelle verlaufen die Fasern des Balges vorwiegend circulär (Fig. 10, ^{15}), in den übrigen Theilen vorwiegend longitudinal. Das äussere Blatt enthält weder Nerven noch Gefässe, mit Ausnahme derjenigen, welche durch dasselbe hindurch zum inneren Blatte hinüberziehen, in dem sich Capillaren weit hinauf nachweisen lassen.

Leydig 1) beschreibt von Cystophora borealis besondere Muskeln des Balges, welche als Abzweigungen von den Bündeln des Hautmuskels aus der Tiefe heraufsteigen und sich mit langen Sehnen an den Grund des Balges ansetzen, den sie zu fixiren bestimmt sind. Ich habe dieselben bei Rhinolophus nicht nachweisen können. Dagegen sind die Haarbälge desselben von Muskeln umstrickt, deren meist isolirt verlaufende Primitivbündel theils von unten her, theils seitlich an ihn herantreten, ihn umgreifen und sich dann nach oben gegen die Haut hin fortsetzen 2).

Die Talgdrüsen, die sich durch ihre Kleinheit von denen anderer Haare unterscheiden, liegen oben dicht unter der Haut und ganz ausserhalb des Haarbalges, nicht in demselben, wie es nach Dietl bei den Tasthaaren der Katze und Maus der Fall ist.

b. Der cavernöse Körper.

Der cavernöse Körper (Fig. 10, ^{7}) ist ein spaltförmiger Hohlraum, der, zwischen den beiden Blättern des Haarbalges eingeschlossen, den innern Haarsack 3) (vergl. oben) rings umgiebt, und in dem durch bindegewebige Septa, die zwischen jenen beiden Blättern herüberziehen, ein cavernöses Gerüst hergestellt wird, in dessen Hohlräumen venöses Blut kreist.

Die Bedeutung dieses cavernösen Körpers für die Function der Tasthaare ist schon hinreichend gewürdigt worden; man nimmt an, dass eine gewisse weiche, und doch elastische Füllung des Balges nothwendig sei, um die Tastempfindung vom Haarschaft auf die ihm anliegenden Nervenendigungen zu übertragen.

Dies dürfte auch zugleich den Reichthum des Balges an elastischen Fasern erklären; denn da das den cavernösen Körper erfüllende Blut ja selbst incompressibel ist, so musste offenbar die Wand desselben eine gewisse Elasticität besitzen, die die leiseste Druckveränderung

---

1) l. c. S. 715.

2) Aehnliche Muskeln, aber noch verwickelter angeordnet und zum Theil am Haarbalg selbst endigend, beschreibt neuerdings auch Dietl, von den Tasthaaren.

3) Gurlt (Muell. Arch. 1862. S. 273) fasst zweckmässig alles, was nach innen vom cavernösen Körper liegt, unter dem Namen »innerer Haarsack« zusammen.

den Nerven übermitteln konnte, und aus eben diesem Grunde musste das prall elastische Fettgewebe, in welchem die Haarbälge stecken, eine besonders günstige Widerlage abgeben.

Die den cavernösen Körper durchziehenden Septa sind unmittelbare Fortsetzungen der beiden Blätter des Balges, die sie miteinander verbinden, und bestehen, wie diese, aus äusserst feinen Bindegewebszügen und elastischen Fasern. Die Mehrzahl derselben ist ausserordentlich fein und zart, ganz homogen, und mit spärlichen, schmalen Kernen besetzt; die stärkeren dagegen, besonders nach dem oberen Ende des cavernösen Körpers zu, ausserordentlich reich an elastischen Fasern, und mit ovalen Kernen versehen [1]. Wegen ihrer Zartheit sind die feineren bei der Betrachtung des ganzen Balges von der Fläche her überhaupt nicht sichtbar, und treten nur auf Längs- oder Querschnitten hervor; hat man einen solchen von einiger Tiefe, so sieht man dann, wie sie den innern Haarbalg, wie die Stacheln eines Stechapfels, umgeben. Da sie ziemlich weit von einander abstehen, die zwischenliegenden Hohlräume also sehr gross sind und durch sehr weite Oeffnungen mit einander communiciren, so glaubt man, bei schwacher Vergrösserung betrachtet, sie seien gar nicht vorhanden und man habe nur eine einzige Höhle vor sich, in der sich das Blut mit Leichtigkeit von einem Ende zum anderen treiben lässt.

Die Septa verlaufen meist in gerader Richtung radiär von dem äusseren zum innern Blatt des Balges, treten jedoch auch vielfach, besonders in der unteren Hälfte, mit benachbarten in Verbindung. Die im unteren Dritttheil des Balges befindlichen enthalten die zum innern Haarbalg tretenden Gefässe und Nerven, und sind in Folge dessen sehr viel breiter; man kann dies Verhältniss natürlich auch so ausdrücken, dass man sagt, die Gefässe und Nerven verlaufen frei durch den cavernösen Körper hindurch, nur umschlossen von dünnen, bindegewebigen Scheiden, die sie von der äusseren Wand desselben mitnehmen. Da der cavernöse Körper am Grunde des Haarbalges seine geringste Breite hat, und sich seine beiden Wände hier fast berühren, so sind auch die hier befindlichen Septa die kürzesten. Die Zahl und Stärke der Septa ist im obersten Theil des cavernösen Körpers am grössten, wo die Septa, schräg gestellt, eine Länge von 0,107 Mm. und eine Dicke von 0,012 Mm. erreichen; da sie hier auch dichter stehen, sind die Cavernen schmäler. Zwischen den beschriebenen Septis findet man dann, besonders im Grunde des Balges, noch andere, die nur aus einem einzigen, sehr dicken, spiralig aufgerollten elastischen Bande zu bestehen scheinen und in denen der innere Haarsack, gleichsam wie in Federn schwebt, die ihre Form, je nach der stärkeren oder schwächeren Füllung des cavernösen Körpers, ändern.

---

[1] Anmerk. Dietl, l. c. p. 67 giebt an, dass diese Kerne den Capillaren angehören, welche den Balken des cavernösen Körpers entlang ziehen. Da dieselben in der That eine von den gewöhnlichen Bindegewebskörperchen abweichende Gestalt besitzen, und mir injicirte Präparate nicht zu Gebote standen, so ist mir diese Angabe durchaus nicht unwahrscheinlich.

Nach oben setzt sich der cavernöse Körper mit einzelnen ganz kleinen Cavernen, bis dicht unter die Cutis fort, und sein Inhalt schimmert daher am lebenden Thiere als rother Punct durch dieselbe hindurch, und wölbt sie zugleich etwas hervor.

Für die Blutbewegung in dem cavernösen Körper scheint mir die Contraction der den Haarbalg umstrickenden Muskeln von Wichtigkeit zu sein. Es wäre z. B. möglich, dass dieselben sich in einem beständigen leichten Tonus befänden, der eine mässige Füllung des cavernösen Körpers unterhält; dass sie sich aber, sobald der Balg des Tasthaares zur Ausübung seiner Function einer stärkeren Füllung bedarf, relaxiren, und diese ermöglichen. Es würde das also derselbe Mechanismus sein, wie wir ihn für das Zustandekommen der Erection in den corp. cavern. penis vorfinden. Da es mir bei der Kleinheit des Thieres trotz wiederholter Versuche nicht gelungen ist, ein geeignetes Injectionspräparat herzustellen, so kann ich nicht angeben, ob die Angabe, dass die Capillaren, welche an der innern Wand des cavernösen Körpers hinauflaufen, mit freiem Lumen in jenen münden, auch für Rhinolophus gültig sei.

Von einem Endothel als Auskleidung des cavernösen Körpers, wie es nach Leydig [1]) beim Rind und Pferde gefunden wird, habe ich nie etwas bemerken können. Ein venöser Ringsinus wie ihn Dietl auch für die Fledermaustasthaare beschreibt, ist bei Rhinolophus nicht vorhanden; das eigentlich Characteristische für die Tasthaare scheint demnach nur der cavernöse Körper zu sein.

c. Haarpapille.

Ueber den Bau der Haarpapille habe ich dem Bekannten nichts Wesentliches hinzuzufügen. Sie erhebt sich aus dem Grunde des Haarbalges (Fig. 10, [17]) mit tiefer ringförmiger Einschnürung, dem Papillenhalse, an dem äusseres and inneres Blatt des Haarbalges in einander übergehen, und wo also der cavernöse Körper unten sein Ende erreicht. Sie hat eine sphäroidale Form und verjüngt sich nach oben zu einem langen Fortsatze, der sich in den Haarschaft eine Strecke hinauf ver-

---

1) l. c. p. 718.

folgen lässt (Fig. 10, [18]), im oberen verhornten Theile desselben aber vertrocknet, analog der Seele des Federkieles (REICHERT), und dadurch unsichtbar wird.

d. Wurzelscheiden.

Die Gestalt des inneren Haarsackes ist unregelmässig, indem derselbe in drei verschieden geformte Abschnitte zerfällt (vergl. Fig. 10). Der oberste derselben, den man den Hals des inneren Haarsackes nennen kann, ist der kleinste und stellt etwa einen Trichter dar, dessen Spitze nach unten sieht. Der mittlere ist der umfangreichste und bildet eine sphäroidale Anschwellung, die in den cavernösen Körper vorragt, und deren spitzerer Pol sich nach oben in den trichterförmigen Hals, deren breiteres Ende sich nach unten in den dritten Abschnitt fortsetzt. Dieser ist der längste, cylindrisch, aber unten mehr oder weniger keulenförmig verdickt.

Die Ursache der Trichterform des oberen Abschnittes ist der sehr entwickelte conische Fortsatz, den die Epidermis von oben her in den Haarbalg hinein schickt (Fig. 10, [5]). Die mittlere Anschwellung wird durch eine stärkere Schichtung der Zellen der äusseren Wurzelscheide bedingt; das untere Ende des dritten Abschnittes verdickt sich zur Aufnahme des Haarknopfes und der Papille.

Die Wurzelscheiden haben von GEGENBAUR [1]) eine so genaue Untersuchung erfahren, dass ich mich auch hierüber kurz fassen kann.

Die äussere Wurzelscheide (Fig. 10, [12]) ist von der innern Wand des cavernösen Körpers durch eine glashelle Membran getrennt (Fig. 10, [10]), auf der die Basis der meist vierkantigen Cylinderzellen, welche die äusserste Schicht der äusseren Wurzelscheide bilden, aufsitzt. Dieselben messen 0,009—0,013 Mm. in der Länge und 0,003—0,004 Mm. in der Breite und haben einen langen stäbchenförmigen Kern von 0,007 Mm. Länge. Diese Zellen erreichen ihre grösste Höhe im mittleren Dritttheil des Haarbalges; oben gegen den Hals des Follikels hin werden sie erheblich niedriger und gehen dann continuirlich in die niedrigen Cylinderzellen, die zu unterst im rete Malpighi stehen, über. Ebenso werden sie nach unten gegen den Haarknopf hin allmälig niedriger und gehen, in der Mitte der Höhe der Papille in die runden, kernhaltigen Zellen des Haarknopfes ohne bestimmte Grenze über. Die innern Lagen der äusseren Wurzelscheide bestehen aus rundlichen oder leicht polyedrischen kernhaltigen Zellen von 0,007 Mm. Durchmesser, die im mittleren Theile des Haarbalges die stärkste Schichtung erreichen. Den Follikelhals durchziehen sie noch in zwei bis dreifacher Lage und gehen

---

1) l. c.

dann in die oberen Zellschichten des rete Malp. über. Sie besitzen eine diffuse, bräunliche Färbung, enthalten aber keine körnigen Pigmentablagerungen, die sich sogar erst in einiger Entfernung von der Mündung des Follikels in den Zellen des rete M. einfinden.

Die innere Wurzelscheide (Fig. 10, [13]) ist von der äusseren durch eine sehr breite, hellglänzende Contour geschieden, und es lassen sich an ihr die bekannten, beiden Schichten, die Henle'sche und Huxley'sche, unterscheiden. Ihre Zellen sind von den von Gegenbaur für die Tasthaare anderer Säuger angegebenen Formen nicht verschieden. Ihre Grösse nimmt nach unten hin beträchtlich zu.

Die innere Wurzelscheide verläuft gerade von unten nach oben und verjüngt sich in eben dieser Richtung gleichmässig; nur an einer Stelle, in der Regel in der Mitte der Höhe des Haarbalges, findet sich eine plötzliche Lücke in ihr, die von der an der entsprechenden Stelle befindlichen Anschwellung des Haarschaftes (vergl. unten) ausgeht.

Nach unten gehen die Zellen der innern Wurzelscheide ohne scharfe Grenze in die des Keimlagers (Fig. 10, [19]) über.

Ueber ihre obere Grenze herrscht bekanntlich immer noch Streit, der mit dem, über die Entwicklungsgeschichte dieser Scheide bestehenden eng zusammenhängt. Die einen (Reichert, Kölliker) nehmen an, dieselbe gehöre zum Haarschaft und werde zusammen mit ihm von der Matrix gebildet; durch den Contact mit der Luft und durch mechanische Einwirkungen aber zerstiebe sie oben, und so komme es, dass sie schon in der Höhe des Follikelhalses mit zackiger Grenze aufhöre. Henle dagegen nimmt an, dass die innere Wurzelscheide eine directe Fortsetzung des stratum corneum der Epidermis sei und sich ebenso zu diesem verhalte, wie die äussere Wurzelscheide zum rete Malpighi.

Die Beobachtungen, welche ich über diesen Punct an den Tasthaaren des Rhinolophus machte, setzen mich in Stand, mich sehr entschieden für die Richtigkeit der ersten Ansicht aussprechen zu können.

Lässt man nämlich die Zellen des umfangreichen conischen Fortsatzes, den die Epidermis in den Haarbalg hineinschickt, durch passende Behandlung aufquellen, so sieht man aufs deutlichste, wie sich das obere zackige Ende der innern Wurzelscheide scharf gegen die blasigen Epidermiszellen, welche noch tiefer hinabreichen, absetzt (Fig. 10, [14]).

Beiläufig will ich hier erwähnen, dass ich unter 3—400 Haarbälgen von Tasthaaren, die ich untersuchte, in einigen Acarus folliculorum antraf, dessen Vorkommen bei Rhinolophus noch nicht bekannt sein dürfte. In den einfachen Haaren habe ich denselben nie gefunden.

e. Haarschaft und Haarknopf.

Die Grössenverhältnisse des Haarschaftes sind bereits erwähnt; ebenso, dass seine Oberfläche ausgesprochen zackig ist, als Folge der besonderen Lagerung der Zellen der cuticula, und um so deutlicher, je kleiner das Haar ist.

Der innerhalb des Haarbalges liegende Theil des Haarschaftes, die von einigen sogenannte Haarwurzel, zeigt, am häufigsten etwas unter der halben Höhe des Balges, und um so höher, je jünger das Haar ist, eine Anschwellung, die sich von da nach unten bis zum Haarknopf hin erhält (Fig. 10, ^{20}). Der unterhalb dieser Anschwellung gelegene Theil des Haarschaftes unterscheidet sich erheblich von der oberen Hälfte. Er besitzt nämlich eine weit dunklere Färbung, die, bei schwacher Vergrösserung betrachtet, auf einer schwarzen Längsstreifung beruht; sodann wird die quere Zeichnung, welche die Cuticularzellen auf der Oberfläche bilden, je weiter nach unten, um so undeutlicher; in demselben Masse schwindet die auf derselben Ursache beruhende Zahnung des Schaftes, dessen Rand im untersten Theile leicht wellig verläuft, als Ausdruck von Erhöhungen und Vertiefungen, die auf seiner Oberfläche abwechseln. Ferner enthält er nicht stäbchenförmige, sondern ovale, granulirte Kerne, die, je weiter nach unten, um so mehr an Grösse zunehmen, und platten, länglich-runden Zellen angehören.

Endlich findet sich zwischen innerer Wurzelscheide und Haarschaft hier eine Lage länglicher, blasser Zellen, die einen langen, stäbchenförmigen, der äusseren Wand anliegenden Kern besitzen (Fig. 10, ^{16}), und leicht bräunlich tingirt sind; sie umgeben den Haarschaft in Gestalt von Ringen, die aus je einer in sich geschlossenen Zellenreihe bestehen, und in dem Masse, als sie nach oben zu verhornen, tritt die quere Zeichnung auf der Oberfläche des Schaftes hervor.

Es ist das also derjenige Abschnitt des Haarschaftes, an welchem noch keine Verhornung eingetreten ist, weder in ihm selbst, noch in der gleichzeitig mit ihm entstandenen innern Wurzelscheide, deren Zellen, wenigstens im unteren Theile, vielmehr ebenfalls noch vollsaftig und kernhaltig sind. Reissner[1]) hat für diesen Theil den Namen »Haarwurzel« gebraucht, der hierfür besser als für den ganzen innerhalb des Haarbalges gelegenen Theil des Schaftes passt.

Nach unten geht die Haarwurzel unmittelbar in den die Papille umfassenden Haarknopf über, der unten aus lauter kleinen runden und kernhaltigen Zellen, von 0,004—0,006 Mm. im Durchmesser, besteht (Keimlager), in dem die Differenzirung in innere Wurzelscheide

---

[1]) Vergl. Reichert in d. Zeitschr. f. klin. Med. Bd. VI. p. 10.

Oberhäutchen, Rinden- und Markssubstanz des Schaftes, die in dieser Reihenfolge nach einander entstehen, noch nicht Platz gegriffen hat.

In den Zellen des Keimlagers liegt constant eine grössere Menge schwarzbraunen Pigmentes, das oft den ganzen Zellenkörper rings um den Kern herum ausfullt, den Kern selbst jedoch immer frei lässt. Indem es aber ausserdem auch zwischen den Zellen liegt und hier zierlich verästelte Figuren bildet, entsteht ein Bild, täuschend dem gleich, als ob grosse, sternförmige Pigmentzellen mit hellem pigmentfreien Kern und langen verästelten Ausläufern, die zum Theil mit einander anastomosiren, hier lägen.

Die Menge dieses Pigmentes scheint zuzunehmen, so lange das Haar wächst; sie nimmt ab, wenn das Haar abzusterben beginnt und schwindet endlich, wenn es dem Ausfallen nahe ist, fast ganz.

2. Das Tasthaar im Stadium des Absterbens und der Haarwechsel[1]).

Nachdem das Haar eine gewisse Länge erreicht hat, wächst es nicht mehr, und es gehen nun im Haarbalg Veränderungen vor sich, die das endliche Ausfallen desselben veranlassen und für jungen Nachwuchs zum Ersatz des ausgefallnen sorgen. Diese Veränderungen sind folgende:

1) Die innere Wurzelscheide atrophirt, durch Schrumpfung und Zerfall ihrer Zellen, so dass endlich nur noch eine ganz dünne Lage von Zellenresten und körnigem Detritus den Haarschaft umgiebt.

Hierbei trat mir eine Erscheinung entgegen, auf die meines Wissens bisher noch nicht aufmerksam gemacht ist. Man sieht nämlich dicht über dem unteren Ende solcher Haarschäfte einen hellen Wulst (Fig. 11, ^{2}), der den Schaft ringförmig umgiebt, und sich nach oben in die atrophische innere Wurzelscheide fortsetzt, als deren Verdickung er erscheint; nach unten fällt er ebenfalls, aber mehr allmälig gegen das Ende des Schaftes zu ab, und erreicht dasselbe nicht ganz. Ich sah diesen Wulst ebensowohl bei Tast- wie bei einfachen Haaren. Er entsteht durch die Schrumpfung des unteren dicksten Theiles der inneren Wurzelscheide und findet sich demgemäss nur bei absterbenden Haaren.

2) Der Haarknopf, welcher sonst, unten weit ausgehöhlt, die Papille umfasste, schrumpft ein und an seine Stelle tritt ein mit der abgestumpften Spitze nach unten sehender Kegel, der Haarkolben, der, zackig zerklüftet, das untere Ende des absterbenden Haares bildet und zu dem die Zellen der äusseren Wurzelscheide eine radiäre Stellung

---

[1]) Steinlin, Zur Lehre von dem Bau und der Entwicklung der Haare. Zeitschr. f. rationelle Medicin. Bd. IX. 1850. p. 288. Goette, Zur Morphologie der Haare. Arch. f. mikr. Anat. Bd. IV. 1868. p. 273. Stieda, Ueber den Haarwechsel. Reichert u. Du-Bois Reymond Archiv f. Anat. u. Physiol. Jahrg. 1867. p. 517.

einnehmen. Der grösste Theil der Zellen des Haarkolbens geht zu Grunde; ein Theil jedoch bleibt im Grunde des Balges für die Bildung des nachwachsenden jungen Haares liegen (Fig. 11, 5); ein zweiter kleinerer Rest zum Theil pigmenthaltiger Zellen umgiebt den Haarkolben (Fig. 11, 4).

3) Die Haarpapille atrophirt zuerst an der Spitze, die sie in den Haarschaft hinaufschickt, und schwindet allmälig ganz; an ihrer Stelle liegt ein entsprechend oval geformter Zellenhaufen, der eben erwähnte Rest der Zellen des Haarknopfes, der eine grössere Menge schwarzen Pigmentes enthält (Fig. 11, 5).

4) Der innere Haarsack wird erheblich kürzer und in seiner unteren Hälfte schmäler. Indem nämlich die aus dem Grunde des Balges sich erhebende Papille atrophirt und die Zellen des Haarknopfes schwinden, rückt der Grund desselben immer mehr hinauf, und die Septa des cavernösen Körpers, welche ihn fixiren, folgen durch Verlängerung und Dehnung der auf sie ausgeübten Zerrung. Diejenige Stelle, welche dem Papillenhals entsprach, verlängert sich ebenfalls immer mehr und endlich zieht, wenn der Grund des inneren Haarsackes bis fast zur Mitte des Balges hinauf gerückt ist, nur ein dünner von oben nach unten sich verschmälernder, und in seiner oberen Hälfte pigmenthaltiger, bindegewebiger Fortsatz, vom Grunde des inneren Blattes des Haarbalges zu dem des äusseren hinunter, an Stelle der breiten und kurzen Verbindung, die früher hier an der Stelle des Papillenhalses bestand (Fig. 11, 6).

So erhält man denn endlich das Bild, wie es in Figur 11 dargestellt ist. Der innere Haarsack reicht nur etwa bis zur Mitte des Haarbalges hinab; von seinem unteren Ende zieht sich ein schmaler, aus Bindegewebe bestehender Fortsatz hinab zum Grunde des Haarbalges, und verbindet das äussere Blatt des Haarbalges mit dem innern. Der Knopf ist zum grossen Theil atrophirt, der Haarschaft weit hinauf gerückt, von spärlichen Resten der inneren Wurzelscheide umgeben, die Haarpapille selbst gänzlich verschwunden. Von den Zellen des Haarknopfes haben sich zwei Reste erhalten; der eine umgiebt das untere Ende des Schaftes, und seine Zellen enthalten zum Theil noch Pigment; der andere grössere stellt eine rundliche Anhäufung dar, von gleichfalls zum Theil pigmenthaltigen Zellen, und entfernt sich in dem Masse, als der Haarschaft nach oben rückt, immer weiter von demselben; der Raum zwischen ihm und dem Haarkolben wird von den Zellen der äusseren Wurzelscheide ausgefüllt, die hier die ganze Breite des innern Haarsackes ausfüllen, und an Stelle der Haarwurzel getreten sind. Der Raum des cavernösen Körpers ist in seinem unteren Theile erheblich vergrössert, und die früher zum Theil spiralig verlaufenden Septa desselben verlaufen jetzt durch die Dehnung, welcher sie ausgesetzt sind, gestreckt und straff gespannt durch ihn hindurch. Nerven und Gefässe haben eine der Dehnung entsprechende Verlängerung erfahren. Zugleich hat der cavernöse Körper auch in seinem mittleren Drittheil etwas an Umfang zugenommen, in dem Masse, als die Zellen der inneren Wurzelscheide hier geschwunden sind und der innere Haarsack dadurch verschmälert ist. — Der konische Fortsatz, den die Epidermis in den Hals des Haarfollikels hinabschickt, erfährt ebenfalls eine theilweise Atrophie, die jedoch durchaus nicht berechtigen kann, ihn mit der inneren Wurzelscheide zu identifiziren (vergl. oben).

Ist die Atrophie des alten Haares bis zu einem gewissen Grade vorgeschritten, so erfolgt die Bildung des jungen. Es tritt zunächst in dem Zellenhaufen, welcher unter dem Haarkolben als Ueberrest des Haarknopfes liegen blieb, eine Wucherung ein, die allmälig den Grund des innern Haarsackes immer mehr ausdehnt und zugleich tiefer treibt, so dass die spitze Form desselben sich in eine breite und abgerundete verwandelt. Endlich stülpt sich vom Grunde des Haarbalges die neugebildete Papille in diesen Haufen bis dahin indifferenter Bildungszellen ein und beginnt in denselben die Differenzirung zu innerer Wurzelscheide, Cuticula, Rinden- und Marksubstanz des neuen Haares, dessen Spitze zuerst gebildet wird.

Es ist das also im Wesentlichen derselbe Vorgang, wie ihn Stieda für den Wechsel der einfachen Haare beschreibt, nur hier modificirt durch die Gegenwart des cavernösen Körpers; namentlich muss ich mich entschieden dafür aussprechen, dass jedem jungen Tasthaare auch eine neugebildete Papille zukommt.

In dem Masse, als das junge Haar unten nachwächst, rückt das alte immer mehr nach oben, und kommt endlich, an der Stelle der grössten Breite des innern Haarsackes angelangt, in eine Ausbuchtung desselben, die durch das Auseinanderweichen der Zellen der äusseren Wurzelscheide gegeben ist, zu liegen; selten bleibt es in der Mittellinie stehen. Am häufigsten beobachtet man das Bild, wo das junge Haar bereits lang über der Haut, unter der es erst längere Zeit mit eingerollter Spitze liegt, und die es dann gewaltsam durchbricht, emporragt, während der Haarkolben des alten an der eben bezeichneten Stelle der äusseren Wurzelscheide liegt und sein Schaft, nur noch von schwachen Zellen- und Pigmentresten umgeben, in der Gegend der äusseren Mündung des Balges mit dem des jungen Haares sich kreuzt. Die Atrophie der innern Wurzelscheide ist dann auch bereits soweit vorgeschritten, dass der oben erwähnte helle Wulst, welchen dieselbe dicht über dem

Haarkolben bildete, ebenfalls kleiner geworden, eventuell ganz verschwunden ist[1]).

Da es mir nie gelang, Haarbälge zu beobachten, in denen der Haarkolben des alten Haares noch höher oben als an der Grenze des oberen und mittleren Dritttheils steckte, diese aber sehr häufig, so schliesse ich daraus, dass das alte Haar, nachdem es die erwähnte Stellung eingenommen hat, in ihr sich noch längere Zeit unverrückt erhält, wahrscheinlich, bis das junge, nachwachsende Haar vollständig functionsfähig geworden ist, dass aber die weitere Ausstossung dann so schnell vor sich geht, dass sie sich der Beobachtung in der Regel entzieht.

Der Wechsel der Tasthaare scheint ebenfalls ein periodischer zu sein. Ich schliesse dies daraus, dass man zu gewissen Zeiten fast sämmtliche Tasthaare desselben Individuum in irgend einem Stadium des Haarwechsels begriffen findet; ich vermag die Zeit für Rhinolophus zwar nicht genau anzugeben, fand aber in der zweiten Hälfte des Sommers oft fast nur Tasthaare, die der zweiten in Figur 11 dargestellten Form entsprechen. Die gleiche Beobachtung machte ich an einer Maus, die ich vergleichsweise und nur flüchtig darauf untersuchte, und bei der ich Anfangs August sämmtliche Haarbälge der Tasthaare, etwa 20 an der Zahl, ebenfalls in diesem Stadium des Haarwechsels antraf.

Der nervöse Endapparat der Tasthaare unterliegt beim Haarwechsel keiner Veränderung, weder der Form noch der Lage.

3. Nerven und Nervenendigungen in den Tasthaaren.

Der Balg eines jeden Tasthaares erhält einen Nervenstamm von 0,06 Mm. mittlerer Stärke, der aus mindestens 70—100 Nervenprimitivröhren, jede 0,0015—0,003 Mm. im Durchmesser, besteht.

Die beiden grössten zu beiden Seiten der Medianlinie vor dem Nasenblatt stehenden Tasthaare werden von einem gemeinsamen median gelegenen Stamme versorgt, der 0,09 Mm. misst und sich dann in 2 seitliche Aeste theilt, die indess nach der Theilung unter einander noch Faseraustausch nach Art eines Plexus pflegen.

Der Stamm des Nerven theilt sich in der Höhe des Grundes des Haarbalges in 6—8 Zweige, die ebenfalls nach ihrer Theilung noch vielfach durch feinere Zweige oder selbst vereinzelte Primitivröhren, mit einander anastomosiren, und so einen auf dem unteren Dritttheil des Balges, aber ausserhalb desselben gelegenen Nervenplexus erzeugen.

---

[1]) Völlig anders fasst Götte dieses Bild auf; er nennt das alte, dem Ausstossen nahe Haar, »Schalthaar« und lässt es an Ort und Stelle entstanden sein, unabhängig von einer Papille.

Gewöhnlich an der Grenze des unteren und mittleren Dritttheils des Balges, nicht selten jedoch auch höher oben, durchbohren dann sämmtliche Aeste die äussere Wand desselben, und ziehen nun, umhüllt von zarten, bindegewebigen Scheiden, quer durch den cavernösen Körper hindurch, zur innern Wand desselben, in der sie aufwärts steigen. Innerhalb des cavernösen Körpers findet zwischen den einzelnen Nervenstämmchen ebenfalls noch Faseraustausch statt; auch beobachtete ich hier spärliche Theilungen der Primitivfasern. Zugleich fielen mir öfters einzelne blasse Fasern auf die sich sehr fein zwei- und dreifach theilten, und nach abwärts zur Gegend der Haarpapille hin verliefen; ihre Endigung ist meiner Ansicht nach im unteren Theile des Haarbalges zu suchen, ohne dass es mir je gelungen wäre, irgend etwas der Art hier zu beobachten; möglich auch, dass es nur besonders feine Umbiegungsschlingen nach Gegenbaur's Beschreibung waren. Allmälig isoliren sich dann die einzelnen Nervenprimitivröhren und verlaufen in ziemlich weitem Abstande von einander, der innern Wand des cavernösen Körpers entlang nach oben. Indem sie sich gleichzeitig nach allen Richtungen hin ausbreiten, bilden sie dann um die Wurzelscheiden herum einen vollständig geschlossenen Kranz; zugleich werden sie allmälig schon schmäler, bleiben aber noch markhaltig. Bis hierher ist die Untersuchung an den Tasthaaren des Rhinolophus, die sich durch ihre Kleinheit und Durchsichtigkeit auszeichnen, verhältnissmässig leicht. Um so schwieriger wird es, den weiteren Verlauf der Nerven zu verfolgen. Ich wandte hauptsächlich Ueberosmiumsäure von 0,01% an, in der ich die frisch präparirten Bälge $1\frac{1}{2}$—2 Stunden liegen liess; alsdann lagen sie 18 Stunden in destillirtem Wasser, wurden endlich 10 Minuten in einer 50% Lösung von Acid. tartaricum gekocht, und dann sogleich untersucht. Es ist das also im Wesentlichen das von Henoque für die Schnellgoldfärbung angegebene Verfahren, auf den Gebrauch der Ueberosmiumsäure übertragen. Die Nerven färben sich bei dieser Methode bis zum unteren Dritttheil des conischen Körpers d. h. soweit sie eine Markscheide besitzen vollkommen schön; darüber hinaus aber hält es sehr schwer, die feinsten Fasern zu färben, und die hier vorfindlichen, zahlreichen elastischen Elemente müssen die Untersuchung noch erschweren.

Das Resultat, zu dem ich in Betreff der Nervenendigungen gekommen zu sein glaube, hauptsächlich gestützt auf 3 Präparate, ist folgendes (vergl. Fig. 13).

Am Anfang des Follikelhalses angelangt, verlieren die Fasern alsbald ihre Markscheiden und verfolgen zahlreiche meist spitzwinklige Theilungen der Nervenprimitivröhren; die aus diesen Theilungen hervorgegangenen Fasern sind blass, bereits sehr fein und verlaufen unter einander ziemlich genau parallel, die äussern in nach aussen convexen Bogen, die innern der innern Wand des cavernösen Körpers dicht aufliegend, oder in ihr selbst, zwischen den hier befindlichen, zahlreichen und starken Septis hindurch nach oben, derart, dass die äussersten derselben die innere Wand des cavernösen Körpers zuletzt und am höchsten oben erreichen.

Die innere Wand des cavernösen Körpers erscheint, soweit sie dem Follikelhalse angehört, fast homogen, und in ihr liegen zahlreiche, blasse, runde oder leicht ovale Körper eingebettet, die stark glänzen, von einer breiten hellen Contour umgeben sind und an ihrem unteren Ende mitunter etwas wie einen abgerissenen Fortsatz erkennen lassen. Ihre Grösse ist nicht ganz constant und schwankt zwischen 0,005 und 0,007 Mm. Sie finden sich nach oben bis dicht unter dem obereren Rande des Haarbalges und fehlen in diesem Rande selbst, so weit derselbe aus circulär verlaufenden Bindegewebsfasern besteht. Ihre Form und Farbe werden durch Ueberosmiumsäure nicht verändert. Da diese Körper nur da liegen, wo die Nernenendigungen sind, so ist ihnen vielleicht eine spezifische Bedeutung beizumessen; ich muss indess bemerken, dass es mir nie gelang, einen continuirlichen Zusammenhang derselben mit Nervenfasern sicher zu beobachten, obwohl die oben erwähnten Fortsätze, die sich an ihrem einen Pole bisweilen finden, hierauf hinzudeuten schienen. Jedenfalls kann ich sie nicht für modificirte Bindegewebskörper halten.

Die Nervenfasern laufen also zwischen diesen Körpern hindurch, die ihnen oft dicht anliegen, nach oben, indem sie ganz allmälig immer schmäler und blässer werden, und einige der innersten enden, bis zu 0,0006 Mm. verschmälert, nicht weit unter dem oberen Rande des Haarbalges in blasse, birnförmige Kolben, die eine Höhe von 0,0035 Mm. und eine grösste Breite von 0,0018 Mm. besitzen und keinerlei weitere Structur in sich erkennen lassen; von den erwähnten glänzenden Körpern unterscheiden sie sich, nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure, hauptsächlich durch ihre mattgraue Farbe und geringere Grösse. Die Mehrzahl der Nervenfasern aber geht noch weiter nach oben, und endigt unmittelbar unter dem oberen Rande des Haarbalges, da wo derselbe in die Cutis umbiegt, nach innen und oben von der Spitze des cavernösen Körpers, mit denselben Endkolben. Diese Endkolben umgeben also, unten spärlich, ganz oben aber in grosser Zahl vorhanden, die obere Hälfte des Follikelhalses, und da sie der äusseren Wurzelscheide und durch deren Vermittlung auch dem Haarschaft dicht anliegen, müssen sich leicht alle Insulte, die denselben treffen, auf sie fortpflanzen.

Die tiefer unten endigenden Fasern verschmälern sich ziemlich plötzlich, so dass sie 0,03 Mm. unter den Endkolben, noch 0,001 Mm. messen, dann aber rasch fast unmessbar fein werden.

Dieses ist das, was ich mit Sicherheit beobachtet zu haben glaube, soweit ich überhaupt bei einer so schwierigen Untersuchung von einer solchen sprechen kann. Immerhin aber sind mir einige Puncte noch zweifelhaft geblieben, theils wegen der Schwierigkeit der Untersuchung, theils auch aus Mangel an Zeit und Material, dieselbe länger fortzusetzen, und ich erwähne diese Puncte hier deshalb, weil die gegebenen Andeutungen vielleicht anderen zu einem Resultate verhelfen.

So beobachtete ich feine, blasse Nervenfasern, die ganz oben in dem aus circulären Bindegewebsfasern bestehenden Rande des Haarbalges verliefen, aber nicht, wie die anderen, von unten gerade herauf kamen, sondern transversal und circulär um den Follikelhals herum liefen; innerhalb jenes Randes zeigten dieselben noch Theilungen, und die daraus entsprungenen Fasern verliefen dann zum Theil wagerecht weiter, zum Theil aber nach abwärts, wo sie Verbindungen mit den von unten heraufsteigenden eingingen; so traten einmal 4 Fasern zusammen in ein längliches, graues Mittelstück ein (Fig. 13, 11) resp. aus demselben heraus; jenes Mittelstück war gleichmässig grau, und von der Einlagerung etwa eines Kernes in ihm nichts zu bemerken. Die heraustretenden Nervenfasern verliefen dann noch oben und verloren sich in dem Rande des Balges zwischen den blassen und feinen Bindegewebsfibrillen ohne dass es mir gelang, ihre Endigung zu beobachten. Indessen ist es mir, nach allem, was ich sah, nicht unwahrscheinlich, dass sie den Haarbalg ganz verlassen und sich in die umgebende Cutis begeben, die übrigens schon in verhältnissmässig geringer Entfernung vom Haare ihre eignen Nervenfasern erhält.

Das in Betreff der Nervenendigungen von mir gefundene Resultat stimmt also einigermassen mit den Angaben von Odenius überein, dagegen unterscheidet es sich sehr wesentlich von neueren Angaben, die über das Vorkommen von Nervenendigungen in der äusseren Wurzelscheide z. B. von Sertoli[1]) bei den Tasthaaren des Pferdes gemacht sind. Ich muss diesen Angaben nach dem, was ich gesehen habe, entschieden entgegentreten; nie habe ich auch nur eine Andeutung davon sehen können, dass Nervenfasern in die äussere Wurzelscheide oder in die über dem Haarbalg liegende Epidermis eindringen, und ich urgire diesen Punct gerade deshalb so, weil es in der That von fundamentaler

---

1) Rendiconti del R. Istitut. Lombard. Vol. V. Fasc. XI.

Wichtigkeit ist, festzustellen, ob die Nervenendigungen in der Bindesubstanz oder dem Epithel zu suchen sind. —

Resumire ich kurz das Gefundene, so stellt sich heraus, dass der Nasenaufsatz des Rhinolophus, wie schon Eingangs bemerkt, durchaus keine spezifische Bildung, sondern nur eine merkwürdig gefaltete Hautstelle ist, die nur solche Bestandtheile enthält, welche an anderen Hautstellen gleichfalls vorkommen. Am auffallendsten bleibt immerhin der grosse Reichthum an Drüsen, den wir in ihm finden, und den man wohl als Homologon jener beiden Gesichtsdrüsen anzusehen hat, die bei anderen Fledermäusen zwischen Augen und Nase liegen und mit gesondertem Ausführungsgang frei nach aussen münden.

Am Schlusse dieser Abhandlung ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Ehlers, auf dessen Anregung ich diese Arbeit unternahm, meinen Dank auszusprechen für die freundliche Unterstützung, die er mir jederzeit und in jeder Beziehung angedeihen liess.

Erklärung der Abbildungen.

Figur 1—7 sind nach je einem Präparate möglichst genau gezeichnet; die übrigen Figuren sind aus mehreren Präparaten kombinirt.

Fig. 1. Der Kopf des Rhinolophus Hippocrepis, von vorn gesehen, in natürlicher Grösse.

Fig. 2. Die Umrisse des Nasenaufsatzes im Doppelten der natürlichen Grösse.

1. Das Nasenblatt.
2. Der Längskamm.
3. Der Sattel.
4. Das Hufeisen.
5. Knopfförmige Anschwellung am hinteren Ende der oberen Kante des Längskammes.
6. Vorderes Ende des Längskammes.
7. Das Bändchen, in welches das vordere Ende des Sattels ausläuft.
8. Uebergang der hinteren Enden des Hufeisens in den unteren Schenkel der tieferen Querleiste des Nasenblattes.
9. Mittlere Commissur der beiden Blätter des Hufeisens.
10. Ausschnitt am vorderen Ende des Hufeisens.
11. Vorderes Ende der Oberlippe.
12. Eingang zur Nasenhöhle.

13. Hautfalte, die die hintere Grenze der länglichen Grube zwischen Sattel und Hufeisen bildet.
14. Andeutung des Ortes, wo die grössten Tasthaare stehen.
15. Längsleiste des Nasenblattes.
16. Obere Querleiste des Nasenblattes.
17. Untere Querleiste des Nasenblattes.
18. Innere breitere }
19. Aeussere schmälere } Hälfte der Blätter des Hufeisens.
20. Längliche Grube zwischen Sattel und Hufeisen.

Fig. 3. Querschnitt durch das Nasenblatt im oberen Drittheil desselben. (Vergr. etwa 40.)

1. Epidermis.
2. Cutis.
3. Fortsätze der Cutis in die Tiefe.
4. Grundgewebe, aus Fettzellen bestehend.
5. Haar mit Talgdrüsen.

Fig. 4. Stellt einen Frontalschnitt durch die Schnauze dar, in der in Figur 2 durch die Linie *cc'* angegebenen Ebene. (Vergröss. 40.)

1. Markkanal des Zwischenkiefers.
2. Linkes }
3. Rechtes } Blatt des Hufeisens.
4. Commissur der beiden Hufeisenblätter.
5. Talgdrüsen und Haare.
6. }
7. } Muskelfasern; vergl. den Text.
8. }

Fig. 5. Frontalschnitt durch die Schnauze in der in Figur 2 durch die Linie *bb'* angegebenen Ebene. (Vergr. 40.)

1. Markkanal des Zwischenkiefers.
2. Linkes }
3. Rechtes } Blatt des Hufeisens in ihrer freien äusseren Hälfte.
4. Mittlere Commissur beider Hufeisenblätter.
5. }
6. }
7. } Muskelfasern; vergl. Text.
8. }
9. Querschnitt durch den Balg eines Tasthaares.

Fig. 6. Frontalschnitt durch die Schnauze in der in Figur 2 durch die Linie *aa'* angegebenen Ebene. (Vergr. etwa 60.)

1. Nasenhöhle.
2. Knorpelige Nase.
3. Knorpelige Platte, die die Aussenwand der Grube zwischen Sattel und Hufeisen bildet.
4. Grube zwischen Sattel und Hufeisen.
5. Sattel.
6. Knorpelplatte unter der oberen Fläche des Sattels.
7. Sehr entwickeltes, cavernöses Gewebe unter der Schleimhaut der Nasenhöhle.
8. Grössere Gefäss- und Nervenstämme.
9. Aeussere freie Hälfte der Blätter des Hufeisens.

10.
11. Muskelfasern; vergl. Text.
12.

Fig. 7. Schweissdrüse, von der Fläche gesehen. (Vergr. 90.)
1. Drüsenkörper.
2. Ausführungsgang; nur der Anfang gezeichnet.
3. Bindegewebiger Drüsenbalg.
4. Drüsenzellen.
5. Glatte Muskelfasern.

Fig. 8. Querschnitt durch den Körper einer Schweissdrüse (Alkoholpräparat). (Vergr. 300.)
1. Drüsenlumen.
2. Bindegewebige Kapsel.
3. Drüsenzellen.
4. Tunica propria.
5. Heller Saum am oberen Ende der Drüsenzellen.
6. Glatte Muskelfasern.

Fig. 9. Glatte Muskelfasern und Drüsenzellen der Schweissdrüsen. (Vergr. 300). Vergl. über die verschiedenen Formen den Text.

Fig. 10. Vergröss. 120. Längsschnitt durch den Balg eines wachsenden Tasthaares. (Die Talgdrüsen, Nerven und Gefässe sind nicht mit gezeichnet.)
1. Epidermis.
2. Rete Malpighi.
3. Cylinderzellen in der tiefsten Lage des rete Malpighi.
4. Cutis.
5. Conischer Fortsatz der Epidermis in den Hals des Haarfollikels hinein.
6. Aeusseres Blatt des bindegewebigen Haarbalges, zugleich äussere Wand des cavernösen Körpers.
7. Der Hohlraum des cavernösen Körpers, mit Blutkörperchen darin.
8. Elastische und bindegewebige Septa des cavernösen Körpers.
9. Inneres Blatt des bindegewebigen Haarbalges, zugleich innere Wand des cavernösen Körpers.
10. Glashelle Lamelle zwischen Haarbalg und äusserer Wurzelscheide.
11. Cylinderzellen der äusseren Wurzelscheide.
12. Aeussere Wurzelscheide.
13. Innere Wurzelscheide.
14. Obere Grenze der innern Wurzelscheide.
15. Oberer Rand des Haarbalges, aus circulären Fasern bestehend.
16. Junge Zellen der Cuticula.
17. Haarpapille.
18. Fortsatz der Papille in den Haarschaft.
19. Keimlager.
20. Anschwellung an der Grenze des noch nicht verhornten Theiles des Haarschaftes gegen den verhornten.
21. Innere Wand des cavernösen Körpers, mit ovalen glänzenden Körpern darin.
22. Haarknopf.
23. Anfang des Follikelhalses.
24. Stelle der Nervenendigungen.

Fig. 11. Vergröss. 100. Längsschnitt durch den Balg eines Tasthaares im Stadium des Absterbens.
1. Atrophische innere Wurzelscheide.
2. Heller Wulst der innern Wurzelscheide.
3. Haarkolben.
4. Rest der Zellen des Haarknopfes, die den Haarkolben umgeben, zum Theil pigmenthaltig.
5. Rest der Zellen des Haarknopfes, von dem bei der Bildung des jungen Haares die Wucherung und die Bildung eines neuen Haarknopfes ausgeht.
6. Langer bindegewebiger und pigmenthaltiger Fortsatz, der vom Grunde des innern Haarsackes hinzieht nach
7. wo sich die junge Papille bildet.

Fig. 12. Vergr. 120. Querschnitt durch den Balg eines Tasthaares in der mittleren Höhe des Follikelhalses.
1. Aeusseres Blatt des Haarbalges.
2. Hohlraum des cavernösen Körpers.
3. Inneres Blatt des Haarbalges, zugleich innere Wand des cavernosen Körpers.
4. Blutkörperchen.
5. Stück eines Septum des cavernösen Körpers, die hier zum Theil schräg und zum Theil auch im vollkommenen Querschnitt getroffen sind.
6. Helle glänzende Körper (spezifischer Natur?) in der innern Wand des cavernösen Körpers.
7. Glashelle Lamelle.
8. Aeussere Wurzelscheide.
9. Innere Wurzelscheide, dicht unter ihrer oberen Grenze.
10. Haarschaft.

Fig. 13. Vergr. 80. Tasthaarfollikel von oben gesehen, mit den Verzweigungen der Nerven; (halbschematisch). Zur Erklärung vergl. den Text.

Fig. 14. Vergr. 300. Die innere Fläche der innern Wand des cavernosen Körpers im Bereich des Follikelhalses von oben gesehen.
1. Blasses homogenes Bindegewebe, wie es die innere Wand des cavernösen Körpers im Bereich des Follikelhalses bildet.
2. Oberer Rand des Haarbalges, mit circulär verlaufenden Fasern.
3. Derberes, kernhaltiges Bindegewebe, wie es die innere Wand des cavernösen Körpers unter dem Follikelhalse bildet.
4. Die durch die innere Wand des cavernösen Körpers durchschimmernden Umrisse der Cavernen, die oben ganz klein sind, nach unten grösser werden.
5. Runde, oder ovale glänzende Körper. (Spezifischer Natur?)
6. Markhaltige Nervenfaser.
7. Theilung der Primitivfasern.
8. Blasse, marklose Nervenfaser. (Terminalfaser.)
9. Nervenendkolben.
10. Im oberen Rande des Balges transversal verlaufende Faser.
11. Verbindung derselben mit von unten kommenden Fasern.

Untersuchungen über den Bau, Mechanismus und Entwickelungsgeschichte des Stachels der bienenartigen Thiere[1].

(Gekrönte Preisschrift.)

Von

Dr. **Carl Kraepelin.**

Mit Tafel XV. XVI.

Swammerdams »Bibel der Natur« ist die älteste Quelle, aus der wir eine genauere Kenntniss über den Bau des Hymenopterenstachels zu schöpfen im Stande sind. Die Beschreibung, welche Swammerdam uns vom Stachel der Gattungen Apis und Vespa gegeben, erstreckt sich jedoch, gemäss dem damaligen Stande der Wissenschaft, nur auf die gröbsten anatomischen Verhältnisse der Chitintheile und des Giftapparates: Der feinere Bau dieser Gebilde, ihre Lage und Zusammenhang mit dem Körper, die Musculatur sowie die Art ihrer Wirksamkeit blieben von ihm unerörtert. Dennoch musste die Wissenschaft sich lange Zeit mit dem von Swammerdam Gegebenen begnügen, da Männer wie Valisneri, Spence, Lyonet, wohl neue Gruppen der Hymenopteren in den Bereich ihrer Untersuchungen zogen, nicht aber die Schilderungen jenes Forschers einer genaueren Revision zu unterwerfen für nöthig erachteten. Selbst Réaumur (Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes. Tom. V. 4) und Léon Dufour (Recherches sur les Orthoptères, les Hymenoptères, etc. in den Mémoires présentes à l'academie royale des sciences etc. Paris 1841) wussten über den feineren Bau des Stachels nichts Neues zu berichten wenngleich ihre Arbeiten nach anderer Richtung hin manches Werthvolle zu Tage förderten. So erregen Réaumur's Untersuchungen wegen der hier zum ersten Male angestellten physiologischen Betrachtungen unser Interesse, während wir die Sorgfalt bewundern müssen, mit welcher Léon Dufour die Formverhältnisse der verschiedenen Drüsen des Stachelapparates beschrieben hat. —

---

[1] Die in nachstehender Arbeit niedergelegten Untersuchungen wurden zum grössten Theile im Laboratorium des Herrn Professor Dr. Leuckart ausgeführt. Es ist mir Bedürfniss, meinem verehrten Lehrer für das Interesse, mit welchem er während zweier Jahre meine wissenschaftlichen Bestrebungen verfolgte, für die Unterstützung, welche er mir bei dieser Erstlingsarbeit zu Theil werden liess, öffentlich meinen herzlichsten Dank zu sagen. —

Ich übergehe eine Reihe von Autoren, welche des Stachels Erwähnung thun, ohne dieses Gebilde ausschliesslich zum Gegenstande ihrer Betrachtung gewählt zu haben, wie Ramdohr (Abhandlung über die Verdauungswerkzeuge der Insecten. Halle 1811), Brandt und Ratzeburg (med. Zoologie), v. Siebold (vergl. Anatomie p. 629), Ratzeburg (Forstinsekten) und andere, welche meist nur Bekanntes reproducirten. Wichtiger ist die Abhandlung von Lacaze Duthiers: Recherches sur l'armure génitale des Insects (Annales des sciences nat. Jahrg. 1860), in welcher sich dieser Forscher die Vergleichung der Abdominalgebilde sämmtlicher Hymenopterengruppen zum Ziele setzt. Diese in der That durchgeführt und einen für alle gültigen Typus des Stachels aufgestellt zu haben, ist das nicht geringe Verdienst Lacaze Duthiers. Eine wirklich genaue Beschreibung der Formverhältnisse aber, eine Analyse der Muskelgruppen, mit deren Hülfe allein Aufschluss über den Bewegungsmechanismus des Stachels erlangt werden kann, suchen wir vergebens in seiner Arbeit. Ja selbst die Entwickelungsgeschichte, welche doch gerade für eine vergleichende Betrachtung so wichtige Resultate zu liefern vermag, blieb von ihm völlig unberücksichtigt. —

Zwei Schriften habe ich nunmehr noch zu registriren, welche den Stachelapparat der Biene resp. der Aculeaten zum speciellen Gegenstand ihrer Besprechung gemacht, und welche gleichzeitig im Jahre 1863 erschienen sind. Die eine Arbeit, von Herrn A. Sollmann, findet sich unter dem Titel »Der Bienenstachel« in der Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XIII. Heft 4. Die andere, von Herrn Dr. Fenger, als »Anatomie und Physiologie des Giftapparates bei den Hymenopteren« in Troschels Archiv, Jahrg. 29. Bd. V. Auffallend ist bei diesen beiden durchaus von einander unabhängigen Abhandlungen die verschiedenartige Behandlung des Thema's, auffallender noch die Verschiedenartigkeit der erzielten Resultate. Da ich im Laufe dieses Aufsatzes vielfach auf die Behauptungen dieser beiden Autoren zu recurriren haben werde, so glaube ich eine weitere Schilderung ihrer Schriften an dieser Stelle unterlassen zu dürfen. Nur soviel sei erwähnt, dass letztere, weit entfernt die Kenntniss des Hymenopterenstachels zum definitiven Abschluss zu bringen, nur dazu beigetragen haben, die Frage nach dem Bau und dem Mechanismus dieses Organs zu compliciren und längst constatirte Verhältnisse auf's Neue in Zweifel zu ziehen.

Im Folgenden ist der Versuch gemacht, die zwischen den früheren Autoren in Bezug auf den Bau des Stachels sich findenden Differenzen zu erklären und zu vermitteln. Es schliesst sich hieran die Untersuchung über den Mechanismus, sowie die Entwickelungsgeschichte, welche im Verein mit dem Abschnitte über Zwitterbienen als Morphologie des Stachels bezeichnet wurde.

Bau des Stachels.

Wie schon bemerkt war Lacaze Duthiers der erste, welcher nachwies, dass die zum Stachelapparat zusammentretenden Hinterleibsgebilde der verschiedenen Hymenopterengruppen sich auf einen gemeinsamen Grundtypus reduciren lassen, dass die Kenntniss des Stachels einer einzigen Gattung genüge, um über die anatomischen Befunde auch der meisten übrigen Hymenopteren zur Klarheit zu gelangen. — Zweckmässig erschien es mir daher, um nicht durch minder praegnante Darstellung das Verständniss der Grundverhältnisse erschweren zu müssen, zunächst an einer einzelnen Species — ich wähle hierzu die so vielfach beschriebene Honigbiene — den Bau des Stachels des Genaueren zu schildern, um daran kurz die secundären Abweichungen, welche sich bei den übrigen Familien, insbesondere bei der Gruppe der Aculeaten finden, anzureihen.

I. Bau des Stachelapparates von Apis mellifica (L) ☿.

Der Stachelapparat der Biene zerfällt in die Chitintheile, die den Apparat in Thätigkeit setzenden Muskeln und in die Giftdrüse.

a) Die Chitintheile. Dieselben bestehen aus dem Stachel im engeren Sinne, welcher bei der Action zum grossen Theile aus dem Hinterleibe hervortritt, und aus den stets im Abdomen verbleibenden, meist flächenhaft entwickelten Chitinstücken, welche den bewegenden Muskeln als Stütz- und Insertionspuncte dienen.

1. Der eigentliche Stachel. Der Stachel im engeren Sinne setzt sich, wie schon Swammerdam nachwies, aus 3 Stücken zusammen. — Das grösseste und compakteste derselben ist der Köcher Swammerdam's, die Schienenrinne nach Fenger und Sollmann, ein etwa $2^1/_4$ Mm. langes, an dem einen Ende kolbenförmig verdicktes Chitingebilde (Taf. XV Fig. I und III); dasselbe erweist sich auf Querschnitten als hohl (Fig. VI—VIII), und besitzt an ihrer Unterseite eine breite Längs-

furche (Fig. III *f*), welche an dem kolbenförmig verdickten basalen Theile so tief ist, dass die obere und untere Wandung der Schienenrinne sich fast berühren (Fig. VIII), dort aber, wo die Kolbe ziemlich schnell in den schlanken Endtheil übergeht, schnell sich verflacht, so dass die Querschnitte von hier bis zur Spitze fast das Bild eines Halbkreises ergeben (Fig. VI und VII). — Die Ränder dieser Furche, welche fast durchweg gleiche Breite besitzt, sind mit je einer Längsleiste versehen, deren Gestalt sich am besten auf Querschnitten erkennen lässt (Fig. VI und VII *l*), und welche den beiden andern Theilen des eigentlichen Stachels, den später zu beschreibenden Stechborsten, in eigenthümlicher Weise zur Befestigung dienen. Diese Leisten oder Schienen wie sie Fenger nicht unpassend benannt hat, erheben sich aber nicht nur auf der ganzen Länge der Furchenränder, sondern setzen sich als selbstständige Chitinstücke noch über die kolbenförmige Basis der Schienenrinne hinaus, nach vorn und oben divergirend, als sogenannte Bögen (Fig. III *b*) fort, um mit ihren im Abdomen gelegenen Enden mit länglichen Chitinplatten (Fig. III *d*) in Verbindung zu treten. Diese Bögen sind an der Stelle ihrer stärksten Krümmung mit einer Anzahl steifer, aus kleinen Grübchen entspringender Borsten besetzt und articuliren vermöge einer dünnen, an ihrer Innenseite längslaufenden Chitinlamelle (Fig. III *e*) je mit einem auf der Unterseite der Schienenrinne befindlichen, zapfenförmigen Fortsatze des Kolbens (Fig. III und I *h*). — Die Basis der Schienenrinne ist etwas zusammengezogen und sehr stark chitinisirt. Am zugespitzten Theile aber trägt letztere 6 kaum erkennbare Höckerchen, auf deren Vorhandensein ich erst durch ähnliche Verhältnisse bei Bombus aufmerksam wurde.

Fenger wie auch Sollmann haben die zapfenförmigen Fortsätze des Kolbens, welche ich als Hörner bezeichnen möchte, übersehen. Ersterer behauptet ausserdem, die Furche der Schienenrinne sei am verdickten Theile am seichtesten (l. c. pag. 145), während Sollmann, der es versäumte Querschnitte anzufertigen, gar nicht erkannte, dass die Schienenrinne ein hohles Gebilde sei, über die Beschaffenheit der Leiste aber und der Furchenränder ebenfalls irrige Vorstellungen hegt wie aus seinen Zeichnungen hervorgeht (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XIII. Taf. XXXVII Fig. I—III und V).

Die zwei andern zum eigentlichen Stachel gehörigen Chitingebilde, die Stechborsten (Fig. IV und I *g*), sind lange, am Hinterende scharf zugespitzte und hier seitlich mit 10 rückwärts gerichteten Sägezähnen versehene, dolchartige Gebilde, welche den Rändern der Schienenrinnenfurche beiderseits der Länge nach aufliegen. Sie werden in dieser Lage erhalten durch je eine Längsfurche, welche die oben näher besprochene

Leiste der Schienenrinne genau in sich aufnimmt. Sie erscheinen also gewissermassen vermittelst dieser Leiste aufgehängt. Es geschieht dies aber nicht allein auf der ganzen Länge der Schienenrinne, sondern genau dieselbe Befestigung findet sich auch an dem Theile der Stechborsten, welcher, der Krümmung der Schienenrinnenbögen folgend, schliesslich gleich letzteren mit flächenhaft entwickelten Chitinstücken in Verbindung tritt (Fig. IV *c*). Die Stechborsten sind hohle Gebilde, wie die Schienenrinne, weshalb **Fenger** den Namen »Stechborste« verwirft und dafür die Bezeichnung »Schieber« vorschlägt; aus verschiedenen Gründen glaube ich jedoch den seit Alters her gebräuchlichen Ausdruck beibehalten zu müssen. Im Querschnitt (Fig. IX) erscheint die Stechborste fast als Halbkreis, indem die einander zugekehrten Flächen beider etwas abgeplattet sind (Fig. X). Die Längsfurche ist im Verhältniss zum Lumen der Borste ziemlich schmal und im Querschnitt von unregelmässig knopfförmiger Gestalt (Fig. IX *g*). Am vorderen [1] Dritttheil einer jeden Stechborste ist eine dünne Chitinplatte befestigt (Fig. IV *p*), welche senkrecht nach oben in das Innere des Kolbens der Schienenrinne hineinragt (Fig. V *p*), ohne jedoch, wie **Sollmann** behauptet (l. c. pag. 531), der letzteren angewachsen zu sein. Dieselbe zeichnet sich durch auffallende Verschiedenheit in der Dicke ihrer einzelnen Theile aus und besitzt eine nicht unbedeutende Elasticität. Vorzüglich ist dieses der Fall am hinteren Rande, welcher aus einer dünnhäutigen, durch zahlreiche radiale Chitinstrahlen gestützten Membrane besteht. — Hinter jedem einzelnen der 10 Sägezähne findet sich ein schon von **Fenger** bemerkter Porenkanal. Ueber die Anzahl der Zähne finden sich verschiedene Angaben, doch glaube ich mit **Fenger** die Zahl 10 als constant annehmen zu müssen. Dagegen beruht die Behauptung des letztgenannten Autors, die Stechborste sei ein an der Spitze geöffneter Doppelcylinder (l. c. pag. 151), entschieden auf Irrthum.

Aus der Befestigung der Stechborsten auf den Rändern der Schienenrinnenfurche vermittelst einer Längsleiste geht hervor, dass erstere mit Leichtigkeit auf der Schienenrinne verschiebbar sind, und ist dies auch schon von **Swammerdam** richtig erkannt worden. Uebersehen aber wurde bisher, dass die beiden Stechborsten den Leisten in der Weise aufliegen, dass sie convergirend sich ihrer ganzen Länge nach, von der Spitze der Schienenrinne bis zur Basis des Kolbens, in einer

---

[1] Die Bezeichnungen »vorn, hinten, oben und unten« beziehen sich überall, wo sie angewandt wurden, auf die normale Lage des Stachels im Innern der Leibeshöhle. »Vorn« bedeutet also: »dem Kopfe«, »oben«: »dem Rückensegmente zugekehrt«.

Linie berühren und so einen geschlossenen Hohlraum bilden helfen, dessen Querschnitt (wenigstens in der Mitte des Stachels) einen Kreissector darstellt. Die abgeflachten Wände der Borsten bilden die seitliche und untere, die Furche der Schienenrinne die obere Begrenzung dieses später noch eingehender zu besprechenden Kanales (Fig. X *k*).

2. Die übrigen Chitintheile des Stachels. An den soeben beschriebenen Stachel im engeren Sinne reiht sich zunächst ein gabelförmiges, von den Forschern seiner Gestalt wegen schon mehrfach mit der clavicula der Vögel verglichenes Chitinstück an (Fig. II und V *m*). Dasselbe steht nicht, wie **Sollmann** angiebt (l. c. pag. 530), durch Articulation mit der Schienenrinne oder gar mit den elastischen Plättchen der Stechborsten in Verbindung, sondern ist mit den Enden seiner paarigen Schenkel einer den Kolben wulstartig umhüllenden Membrane (Fig. II *r*) in der Nähe der Hörner fest eingewachsen, während der unpaare Theil dieser Gabel dem basalen Theile der Schienenrinne vom Rücken her aufliegt. Die Verbindung mit jener Membrane, welche wieder ihrerseits mit dem Stachel in Continuität steht, ist eine so feste, dass der Versuch die Gabel abzulösen nur selten ohne Laesion der betreffenden Theile gelingt.

Schon dieses gabelige Chitinstück spielt, wie wir später sehen werden, als Ansatzstelle eines mächtigen Muskelpaares bei der Mechanik des Stachels eine nicht unbedeutende Rolle. Nicht minder wichtig sind in dieser Hinsicht jene flächenhaften Chitingebilde, welche symmetrisch zu beiden Seiten des Stachels den Enden theils der Schienenrinnenbögen, theils der Stechborstenschenkel angefügt sind. Das Endstück der Schienenrinnenbögen trägt eine mit kurzem Stiel versehene Platte von oblonger Gestalt (Fig. II und III *d*), deren einer Längsrand — bei natürlicher Lage des Apparates der obere — stark verdickt ist. Dem Ende der Stechborstenschenkel dagegen inserirt sich ein dreieckiges, sehr stark chitinisirtes Plättchen, wegen seiner Gestalt der Winkel genannt (Fig. II und IV *c*). Derselbe verbindet sich aber auch gelenkartig mit dem verdickten Rande der oblongen Platte und zwar an deren vorderem Dritttheil, dort, wo dieselbe eine Anzahl starker, aus kleinen Grübchen entspringender Borsten trägt. Die dritte Ecke endlich dieses Winkels articulirt in ziemlich freier Weise mit einer die oblonge an Grösse noch übertreffenden Platte (Fig. II *a*), die ich ihrer Form wegen die quadratische nennen will. Auch sie besitzt stark verdickte Ränder, wie in der Abbildung zu sehen, und lehnt sich von aussen her an die oblonge Platte an.

Dies die chitinisirten Hartgebilde, welche durch Insertion von Muskeln die Bewegung des Stachels vermitteln. Es erübrigt noch eine kurze Beschreibung der die einzelnen Theile untereinander und mit den Abdominalsegmenten verbindenden chitinisirten Membran. Vorher erscheint es jedoch, um die Beziehungen derselben zum Stachelapparate darlegen zu können, zweckmässig, die Lage des letzteren innerhalb der Leibeshöhle näher ins Auge zu fassen.

Der Stachel im engeren Sinne ist ein zwischen After und Vulva gelegener conischer Zapfen, der für gewöhnlich aber nicht frei hervorragt, sondern eingezogen und von den letzten Leibessegmenten bedeckt ist. Die Anordnung seiner Theile ist der Art, dass der kolbenförmige Theil dem Kopfe, die Furche, auf deren Rändern die Stechborsten hin- und hergleiten, der Bauchschiene zugekehrt ist, während die Bögen der Schienenrinne divergirend nach aufwärts in die Leibeshöhle hineinragen. Es wird in Folge dessen den verdickten Rändern der an den Bögen befestigten Platten eine horizontale Lage in der Längsrichtung des Körpers angewiesen, während die Flächen der correspondirenden Platten nach unten gegen einander convergiren.

Um nun den Stachel in dieser Lage zu erhalten, und um die Leibeshöhle vollständig nach aussen abzuschliessen, verbindet eine continuirliche Membran die einzelnen Theile des Stachels nicht nur unter sich, sondern auch mit der Bauch- und Rückenschiene des letzten Segmentes. Diese sich rings an die Leibeswand ansetzende Chitinhaut soll jedoch bei ihrer Function, einen vollständigen Verschluss der Leibeshöhle nach hinten zu bewerkstelligen, auch eine ausgiebige Bewegung des Stachelapparates ermöglichen. Zu dem Ende ist sie nicht straff zwischen Stachel und Leibeswand ausgespannt, sondern sie bildet mehrfach tiefere Faltungen in das Innere des Abdomen. Vorzüglich ausgeprägt ist eine solche Falte an dem Theil der Membran, welcher von der Basis der Schienenrinne und den Bögen zum vorderen Rand des Bauchsegmentes verläuft (Fig. II x) und von der Geschlechtsöffnung durchbohrt wird. Der Theil der Membran, welcher die quadratischen Platten mit der Rückenschiene verbindet, umfasst den siphonenartig verlängerten After seitlich und von unten und wurde von Fenger als spezifisches Organ beschrieben (l. c. pag. 158), da man ihn beim Herausreissen des Stachels natürlich als lappenförmiges Anhangsgebilde der quadratischen Platten erhält. Von letzteren setzt sich die Chitinhaut auf die oblongen Platten fort. Diese endlich, nur durch die zwischen ihnen gelegene Schienenrinne getrennt, werden ebenfalls durch die Membrane verbunden, welche aber wegen des dicken, sich zwischen beide Platten schiebenden Stachels keine ebene Fläche darstellen kann, sondern eine wulstige Ausbuchtung für jenen trägt. Dieser sogenannte Rinnenwulst (Fig. II r), welcher wie schon oben erwähnt mit dem

Ende des Kolbens und den paarigen Schenkeln des Gabelbeins verwachsen ist, ist mit starken Haaren besetzt und umgiebt die Schienenrinne von oben her etwa bis zur Uebergangsstelle des Kolbens in den schlanken Endtheil, zu beiden Seiten desselben mit der oblongen Platte tiefe Rinnen bildend. Indem diese Rinnen auch von oben her sich zusammenwölben, entstehen, den oblongen Platten aufsitzend, zwei handschuhfingerartige Ausstülpungen der Membran zu beiden Seiten der Schienenrinnenspitze, die sogenannten Stachelscheiden, jene bedornten Gebilde, über deren Bau und Bedeutung so vielfach gestritten worden (Fig. II *t*). — Die von den Seiten des Endsegmentes an den Stachel tretenden Theile der Membran verbinden sich mit den quadratischen Platten und zwar unter Einschiebung eines kleinen, unregelmässigen Chitinstückes, welches wir später bei der morphologischen Deutung der Stacheltheile als Ueberrest eines siebenten Rückensegmentes in Anspruch zu nehmen haben werden.

b) Musculatur. Schon Swammerdam kannte vier Paar Muskeln am Stachelapparat, ohne jedoch deren Insertion genauer beschrieben zu haben. Sollmann entdeckte noch ein fünftes Paar, welches die Articulationsstelle der quadratischen Platte und des Winkels mit dem sechsten Rückensegmente verbindet, also zur Fixation der quadratischen Platte bestimmt ist. Die übrigen vier Muskelpaare sind mehr oder weniger bei der Bewegung der Schienenrinne oder der Stechborsten betheiligt. Drei derselben gehen von der quadratischen Platte aus. Das mächtigste von allen verbindet den oberen hintern Rand jenes Chitinstückes mit der Basis des Winkels, wo dieser dem Ende des Stechborstenschenkels eingefügt ist (Fig. II *w*). Der zweite etwas schwächere Muskel entspringt an dem inneren obern Rande der quadratischen Platte, um sich an dem vorderen Drittheil der oblongen Platte und zwar an deren verdicktem Rande zu inseriren (Fig. II *n*), während der dritte Muskel von der Articulationsstelle der quadratischen Platte mit dem Winkel ausgehend seine Insertion an dem hinteren Drittheil des Randes der oblongen Platte findet (Fig. II *o*). Vom unpaaren Theile des Gabelbeins zieht sich ein starker paariger Muskel zu beiden Seiten des Rinnenwulstes hin, um sich fast in der ganzen Länge der oblongen Platte zu befestigen (Fig. II *z*). — Ein Muskelpaar (Fig. II *u*), welches die Hörner der Schienenrinne mit den Bögen der letzteren verbindet, wurde bisher übersehen; ebenso 2 schwache bandartige Muskeln, welche vom hinteren obern Rande der quadratischen Platte zur Verbindungsmembrane derselben mit der letzten Rückenschiene sich begeben.

Zahlreiche Tracheen umlagern die Muskeln, ja treten sogar in das Innere von Schienenrinne und Stechborsten, wie schon Sollmann nachgewiesen. — Das fast unmittelbar an der Basis der Schienenrinne gelegene letzte Bauchganglion bleibt, vermöge der sich in die Muskeln hineinsenkenden Nerven, beim gewaltsamen Herausreissen des Stachels regelmässig an letzterem haften. Es begreift sich hierdurch die noch weiter unten zu verwerthende Thatsache, dass die Stechborsten auch nach Entfernung des Stachels aus dem Körper ihre normale Bewegung auszuführen im Stande sind. —

c) Giftapparat. An demselben unterscheidet man das Gift bereitende Organ, die Giftdrüse (Fig. II *gd*) und die Giftblase (Fig. II *gb*), welche als Reservoir des Secretes dient.

Die Giftdrüse ist ein langer an seinem Ende meist in 2 kurze Gabeläste gespaltener Schlauch mit deutlich erkennbarem Centralkanal. Nach Maceration in Kalilauge erkennt man, dass die jenen chitinisirten Centralkanal umgebenden rundlichen Drüsenzellen demselben vermittelst kleiner ebenfalls aus Chitin bestehender Röhrchen aufsitzen (Fig. XII), dass also das Secret der Drüsenzellen nicht durch Endosmose, wie Fenger glaubt (l. c. pag. 160), in den Centralkanal gelangt. Uebrigens ist dieser Bau der Giftdrüse schon seit lange bekannt, und war es ausser Meckel (Micrographie einiger Drüsenappar., Müller's Archiv 1846) vorzüglich Leydig, welcher Ausführlicheres über diesen Gegenstand mittheilte (Ebendaselbst 1859 pag. 56). Die Behauptung des letztgenannten Forschers, dass die Chitinröhrchen in den einzelnen Drüsenzellen mittelst eines feinen »Wurzelwerkes« endigen, vermag ich nicht zu bestätigen. Die beiden Gabeläste der Giftdrüse, welche häufig ungleiche Länge besitzen, sind am Ende etwas angeschwollen, und der Centralkanal zeigt hier wie an der Gabelungsstelle ein weiteres Lumen.

Die Giftdrüse geht sich plötzlich erweiternd unmittelbar in die Giftblase über. Letztere trägt über der glashellen Chitinhaut noch einen äusserst zarten Muskelbeleg, der an einzelnen Stellen fast netzförmig erscheint. Die Fasern sind, wie ja überhaupt die Musculatur der Insecten, quergestreift, doch ist dies erst bei ziemlich starker Vergrösserung erkennbar. Die Giftblase nimmt das Secret der Drüse auf, um es bei gegebener Gelegenheit durch Muskelcontraction in den Stachel zu treiben. Zu dem Ende verjüngt sie sich an dem der Ansatzstelle der Giftdrüse gegenüberliegenden Theile allmälig, um als ziemlich weite Röhre, zwischen den beiden Bögen der Schienenrinne durchgehend, in das Innere des Kolbentheils der letzteren einzutreten. Wegen der stark gebräunten Wandungen der Schienenrinne ist ihr weiterer Verlauf nunmehr schwer zu verfolgen, und sind deshalb die verschiedenen Autoren auch getheilter Ansicht über diesen Punct. Sollmann, welcher die

Schienenrinne überhaupt für einen offenen Halbkanal hält, giebt an, der in Frage kommende Abschnitt der Blase, welchen wir als Hals bezeichnen wollen, inserire sich einfach rings am innern Rande der Kolbenbasis; **Fenger**, welcher aus noch später zu erörternden Gründen einen Abfluss des Giftes innerhalb der Stechborsten wahrscheinlich zu machen sucht, lässt den Ausführungsgang der Blase nach seinem Eintritt in den Kolben sich in zahlreiche Aeste spalten, welche dann einzeln durch kleine Oeffnungen in die Stechborsten treten (l. c. pag. 166). Beide Ansichten muss ich als irrig bezeichnen, da ich durch Längsschnitte (Fig. V) zu constatiren vermochte, dass der Hals der Giftblase, nachdem er sich vor seinem Eintritt in die Basis der Schienenrinne etwas verengt, stärker chitinisirt den Wandungen der Schienenrinne in deren Längsverlauf sich anschmiegt (Fig. V *i*), um erst beim Uebergang des Kolbens in den schlanken Endtheil sich von deren Wandung weiter abzuheben. Wir erkennen sofort, dass diese Chitinhaut nichts anderes ist, als die bei der Besprechung der Schienenrinne als Boden der Furche beschriebene Membran (Fig. XI und X *i*), durch deren Vorhandensein allein wir veranlasst wurden, die Schienenrinne als geschlossene Röhre zu bezeichnen. Der als vollkommener Cylinder in den Kolben eintretende Hals der Giftblase verliert also an der untern Seite seine Wandung, um als Halbkanal innerhalb der Schienenräume weiter zu verlaufen. Von unten her wird dieser Halbkanal nunmehr geschlossen durch die beiden sich der Länge nach berührenden, auf den Rändern der Rinnenfurche hinlaufenden Stechborsten. — Unmittelbar neben der Eintrittsstelle des Giftkanals in die Schienenrinne mündet noch ein kleiner, der Giftdrüse analog zusammengesetzter Schlauch (Fig. II *ds*), über dessen Bedeutung mehrfach gestritten worden. **Sollmann** leugnet sogar den Zusammenhang desselben mit dem Stachelapparat. Die Ansicht **Leuckart**'s, dieser Schlauch repräsentire eine Schmierdrüse für die vielfach auf einander sich hinschiebenden und daher geschmeidig zu erhaltenden Chitintheile, erscheint mir als die durchaus richtige. Auch andere Autoren, wie **Léon Dufour** und neuerdings v. **Siebold**, bezeichnen dieses Organ als glandula sebacea.

II. Bau des Stachelapparates bei den übrigen Hymenopteren.

Obgleich die verschiedenen Hymenopterenfamilien im Bau ihres Stachelapparates keine fundamentalen Unterschiede darbieten, so zeigt doch jede Gruppe gewisse Eigenthümlichkeiten, durch welche sie scharf gekennzeichnet ist, ja, welche für die Systematik dieser Thiere dereinst ein nicht zu unterschätzendes Material zu liefern geeignet erscheinen.

a) **Stachel der Aculeaten.**

1. **Familie: Apiden.** Schon die Bienenkönigin zeigt in der Beschaffenheit des Stachels einige wenn auch geringe Abweichungen von den Arbeiterinnen. Abgesehen von der bedeutenderen Grösse des ganzen Apparates, besitzt zunächst die Schienenrinne an ihrer Spitze eine bogenförmige Krümmung nach unten, erscheint von der Seite gesehen also säbelförmig. Die beiden Gabelaeste der Giftdrüse sind sehr lang und vereinigen sich erst kurz vor der Mündung in die Blase zu einem unpaaren Stamme. Oft zeigen die Gabelaeste einige wenige, kurze Seitenästchen. — Den Stachel der italienischen Biene fand ich etwas schlanker, als den unserer gemeinen deutschen; im Uebrigen war er kaum von dem der letzteren zu unterscheiden.

Aehnlich dem Stachel der Bienenkönigin ist der von Bombus gebaut. Auch hier ist die Schienenrinne bedeutend gekrümmt, die Giftdrüse tief gabelspaltig. Der ganze Apparat ist aber bei weitem massiger und schon hierdurch auf den ersten Blick kenntlich. Die quadratische Platte ist breiter als lang und am Hinterrande mit einem Einschnitte versehen. Die oblonge Platte hat im Verhältniss zur Länge ebenfalls an Breite bedeutend gewonnen. Die Bögen der Schienenrinne sind verdickt, ja bei einigen Arten (z. B. B. terrestris) finden sich an denselben mehrfach gekerbte, stark gebräunte, seitliche Anhänge; die an der Bogenkrümmung schon bei Apis beschriebenen Härchen treten hier bei weitem zahlreicher auf und sind auch am Grunde der Schienenrinnenhörner nachzuweisen. Die Spitze der Schienenrinne trägt 4 Höckerchen. Die Stachelscheiden sind mit langen, einseitig befiederten Borsten besetzt; Stechborstenzähne finden sich 6.

Anthophora ist durch einen sehr schlanken, aber grossen Stachel ausgezeichnet. Die Schienenrinne ist lang, dünn und gerade; die Hörner derselben gross; die Bögen dünn, mit vielen Härchen. Die Form der Platten nähert sich der bei Apis. Die Stachelscheiden tragen nur an der Spitze ungemein starke, einseitig befiederte Borsten. Das Gabelbein ist sehr gross, mit breiten Gabelästen, während der unpaare Theil einen dünnen rundlichen Stab darstellt. Der Hals der Giftblase ist lang; letztere selbst fast kugelig und ziemlich klein.

Die Gattung Anthidium besitzt einen kleinen und zierlichen Stachel, welcher vorzüglich durch die Form der aus breiter Basis sich allmälig verjüngenden, an der gebräunten Spitze mit wenigen, gefiederten Borsten besetzten Stachelscheiden characterisirt ist. — Kleiner noch im Verhältniss ist der Apparat der Andrenen, der sich ausserdem durch geringe Chitinisirung seiner Theile kenntlich macht. Die Schienenrinne ist fast keilförmig.

Dasypoda mit ziemlich entwickeltem Stachel besitzt ein, dem der Gattung Anthophora ähnliches Gabelbein, zeigt aber im Uebrigen ganz die bei Apis geschilderten Verhältnisse. Aehnliches gilt, soweit meine Untersuchungen reichen, auch von den andern zu dieser Familie gehörigen Gattungen. Ueberall finden wir dieselbe Beschaffenheit, dieselbe Anordnung der Theile, wenn auch die relative Grösse des gesammten Apparates, sowie die Form der einzelnen Organe, mannigfache Variationen erleidet.

2. Familie: Vespiden. Gehen wir über zu der Gruppe der Vespiden, deren Stachel, ausser von Swammerdam, schon von Fenger und Lacaze-Duthiers beschrieben wurde. Die Schilderungen dieser Autoren sind aber so wenig eingehend, dass ich sie füglich übergehen kann. Wir finden bei dieser Familie schon ziemlich abweichende Verhältnisse von den bei Apis geschilderten. Die Schienenrinne (Fig. XIII *s*), an ihrer Spitze sanft gebogen, zeigt nicht die plötzliche, kolbenförmige Verdickung am Vorderende, sie ist mehr keilförmig gestaltet. Den wie bei Apis mit Zähnen besetzten Stechborsten (Fig. XIV) mangelt jenes dünne, elastische Chitinplättchen, dem wir in der Familie der Apiden allgemein begegnen, vollständig. Das Gabelbein articulirt direct mit dem etwas vorgezogenen Rande der Schienenrinne. Die oblongen Platten, gross und von halbkreisförmiger Gestalt, sind nur an ihrer Basis unter sich verbunden, so dass ein eigentlicher Rinnenwulst nicht existirt. Die Haare der Stachelscheiden sind unverzweigt. Die quadratische Platte zeigt an ihrem Hinterrande einen langen, gebräunten Fortsatz, an den sich die ebenfalls stark chitinisirte, bauchige Membran zur Verbindung mit der Rückenschiene anschliesst. Die Giftdrüse ist ein Yförmiger Schlauch mit langen Schenkeln wie bei Apis ♀, welcher in eine hyaline, ovale Giftblase mündet. Der Muskelbeleg dieser Blase, welcher bei den Apiden ungemein schwach und kaum nachzuweisen war, besitzt eine kolossale Stärke und besteht aus 4 Bündeln, welche sich leicht ablösend auseinander fallen, wie etwa die Schale einer Buchennuss oder die äussere Hülle eines Geaster (Fig. XIII *ms*). Die einzelnen Fasern der Bündel liegen im Winkel von etwa 45° gegen die Längsachse derselben geneigt. — Fenger konnte die — übrigens schon von Swammerdam, Meckel, Leydig und anderen beschriebene — Giftdrüse nicht auffinden und suchte daher innerhalb der Blase selbst ein Secretionsorgan nachzuweisen. Der gelbe Körper, den er hierfür in Anspruch nahm, und der durch einen Strang mit der Wandung der Blase in Verbindung steht, scheint mir nichts, als eine durch Häutung

abgestossene und zusammengeschrumpfte Chitinmembran. — Der Hals der Giftblase ist sehr lang. Das Merkwürdigste an demselben aber ist, dass er sich beim Eintritt in die Schienenrinne nicht, wie dies bei den Apiden der Fall, sofort als Halbkanal den Wandungen derselben anschmiegt, sondern als geschlossene Röhre fast bis zur Mitte der Schienenrinne fortläuft, um erst hier sich öffnend plötzlich in ein gebräuntes Chitinhalbrohr überzugehen, welches nunmehr als Boden der Schienenrinnenfurche auftritt (Fig. XV, Fig. XIII *gr*). Im verdickten Theile der Schienenrinne ist der Hals der Blase mit der Innenwand der ersteren durch zahlreiche Muskelfasern verbunden, welche vielleicht bei der Action für die Erweiterung des Lumens des Giftkanals zu sorgen haben (Fig. XV *hm*).

Der Stachel der Hornisse ist natürlich weit grösser, als der der Wespe, zeichnet sich ausserdem aber auch durch die viel stärkere Krümmung der Schienenrinne aus. — Polistes gallica und Odynerus parietum, welche ich aus dieser Gruppe noch zu analysiren Gelegenheit hatte, zeigen durchaus den oben geschilderten Vespidentypus.

3. Familie: Crabroniden. Von den beiden nun folgenden[1] nahe verwandten Familien, den Crabroniden und Pompiliden, nähern sich, soweit ein beschränktes Untersuchungsmaterial Schlüsse zu machen gestattet, die ersteren im Bau ihres Stachels den Apiden, letztere dagegen schliessen sich ziemlich eng an die Vespiden an.

Bei den Crabroniden zunächst finden wir eine gerade Schienenrinne (Fig. XVI *s*), welche sich wie bei Apis aus einem dicken kolbenförmigen und einem plötzlich verschmälerten, langgestreckten Endtheile zusammensetzt. Die Bögen der Schienenrinne sind dünn, aber mit zahlreichen Härchen an der Stelle ihrer stärksten Krümmung besetzt, wie wir denn überhaupt diese Härchen vollkommen constant bei allen Hymenopterenfamilien antreffen. Die Bögen articuliren durch eine breite, aber plötzlich abgestutzt endigende Chitinlamelle (Fig. XVI *e*) mit den häufig bogenförmig gewundenen Hörnern der Schienenrinne. Die Stechborsten besitzen das elastische Plättchen der Apiden, dessen Form jedoch von der bei letzteren beschriebenen etwas abweicht. Die Spitzen der Stechborsten tragen mehrere wenn auch kleine Zähne (bei Ammophila 6), weshalb die Angabe Gerstaeckers (Handb. d. Zool. pag. 107), die Crabroniden entbehrten derselben, zu streichen ist. Die Schenkel des Gabelbeins divergiren kaum von einander. Die Platten sind von gewöhnlicher Form, die quadratischen oft mit chitinisirtem Fortsatz, die oblongen verhältnissmässig klein und seitlich an der Spitze mit zweigliederig erscheinenden Stachelscheiden versehen, welche ungefiederte Borsten tragen. Die Giftblase ist klein und rund, ohne starken Muskelbeleg; aus ihr nehmen zwei mit kurzen Seitenästen versehene Drüsenschläuche ihren Ursprung.

---

[1] Bei der Aufzählung der einzelnen Gruppen folge ich dem Handbuche der Zoologie von Carus und Gerstaecker.

Untersucht wurden Crabro cribrarius und Ammophila sabulosa, welche sich vor Allem durch die Gestalt der oblongen Platten und der Schienenrinne, welche letztere bei der Gattung Crabro am Endtheile des Kolbens eingeschnürt ist, unterscheiden.

4. Familie: Pompiliden. Die Schienenrinne der Pompiliden (Fig. XVII *s*) ist säbelförmig gebogen, ganz allmälig von der Basis zur Spitze sich verschmälernd. Die Bögen der Rinne sind äusserst dünn, die Hörner kurz und gerade; das Gabelbein articulirt mit der Schienenrinne, wie bei den Wespen. Wie bei den letzteren tragen auch in dieser Familie die Stechborsten keine elastischen Plättchen, erscheinen daher vollständig ganzrandig und glatt, da auch die Sägezähne an der Spitze fehlen. Die Giftblase sitzt an einem langen Halse, der sich in die Schienenrinne als geschlossene Röhre fortsetzt und durch Muskeln an deren Wandungen befestigt ist. Quadratische und oblonge Platten bieten keine Besonderheiten; die Stachelscheiden sind wie bei den Crabroniden zweigliederig und mit ungefiederten Borsten besetzt.

5. Familie: Heterogynen. Aus der Gruppe der Heterogynen wurde nur Mutilla untersucht und auch diese nur in alten Exemplaren. Das Auffallendste bei dieser Species ist die Schienenrinne (Fig. XVIII *s*). Dieselbe ist ein sehr langes, aus kolbenförmigem Grunde, nur ziemlich allmälig sich verschmälerndes Gebilde, welches statt von der Ansatzstelle der Bögen geraden Weges nach hinten zu verlaufen, sich erst nach vorn in die Leibeshöhle hinein biegt, um erst jetzt nach einer abermaligen, bogenförmigen Krümmung in der normalen Weise zur Hinterleibsspitze sich zu begeben. Bei einer solchen Einrichtung hat es fast den Anschein, als ob die Schienenrinne verkehrt an die Bögen angesetzt sei, da der von der Ansatzstelle nach vorn sich wendende Theil derselben natürlich seine Furche nach oben statt nach unten kehrt. Figur XVIII wird diese Verhältnisse verdeutlichen. — Winkel, quadratische und oblonge Platten zeigen die bei Apis geschilderten Verhältnisse, letztere articuliren jedoch auch mit der den Bogen begleitenden, an die Hörner sich inserirenden Chitinlamelle (Fig. XVIII *e*). Die Stachelscheiden sind zweigliederig, nur mit wenigen, kurzen Härchen besetzt; das Gabelbein (Fig. XVIII *m*) ist ungeheuer gross und ohne unpaaren Schenkel. Die Stechborsten besitzen elastische Plättchen.

6. Familie: Chrysididen. Noch auffallendere Verhältnisse bieten die Chrysididen. Bekanntlich findet man äusserlich nur 3 (sel-

tener 4) Abdominalsegmente. Alle übrigen befinden sich während der Ruhe im Innern der Leibeshöhle; das letzte Segment umschliesst den Stachel. Während der Stachel von Mutilla durch starke Krümmung sich auszeichnete, sehen wir bei den Chrysididen nicht allein die Schienenrinne gerade, sondern auch die Bögen und die Schenkel der Stechborsten in gerader, der Längsachse der Schienenrinne folgender Richtung verlaufen, so dass, da auch die eingezogenen Endsegmente teleskopartig vorstreckbar sind, der Stachel von Chrysis einen ganz bedeutenden Excurs zu machen im Stande ist. Die Schienenrinne ist sehr klein und wenig chitinisirt; ein Kolbentheil ist nicht ausgebildet, vielmehr ist die Basis der Schienenrinne zu einer Spitze ausgezogen. Die von ihr ausgehenden, stabförmigen Bögen sind wasserhell und nur an der etwas gekrümmten Ansatzstelle der oblongen Platten mit einer stärker chitinisirten, dreieckigen Lamelle besetzt. Die Stechborsten sind ohne Zähne, aber mit kleinem, scharf zugespitztem, elastischem Plättchen; die langen, gerade verlaufenden Schenkel inseriren sich an einem die gewöhnliche Form zeigenden Winkel. Die quadratischen Platten, wie die oblongen, sind zu dünnen Chitinstäben reducirt; die oblongen Platten tragen gebräunte, mit einfachen Borsten besetzte Stachelscheiden.

Da schon Lacaze-Duthiers diese sonderbaren Vorkommnisse bei Chrysididen einer eingehenderen Betrachtung gewürdigt und durch gute Abbildungen erläutert hat, so glaube ich von einer bildlichen Darstellung des Geschilderten Abstand nehmen zu können.

7. Familie: Formiciden. Auch diese Familie wurde, wenn auch minder gut, schon von Lacaze-Duthiers und später, soweit vollkommen entwickelte Stachelapparate auftreten, auch von Fenger beschrieben.

Die Gatt. Myrmica (wie auch Ponera, Polyergus etc.) zeigt im Bau ihres Stachels im Grunde genommen nur sehr geringe Abweichungen von Apis: Alle Theile sind genau in derselben Anordnung und Zahl vorhanden. Die Angabe Fenger's, der noch einige besondere Chitinstücke am Grunde der Schienenrinne gesehen haben will, kann ich nicht bestätigen, und glaube ich, dass ihn das sehr kleine, schwach chitinisirte Gabelbein (Fig. XIX *m*), sowie die mit den Hörnern der Schienenrinne articulirenden Lamellen der Bögen (Fig. XIX *e*), welche wie bei den Crabroniden plötzlich abgestutzt endigen, zu diesem Irrthum verleitet haben. Die Schienenrinne ist gerade, aber von keilförmiger Gestalt, wie etwa die der Vespiden. Den Stechborsten (Fig. XX) fehlen die Haken, doch sind elastische Plättchen vorhanden. Winkel und Platten gleichen denen der Apiden, auch die aus zwei kurzen Schläuchen bestehende Giftdrüse zeigt, gleich der Blase, keine Besonderheiten; der Hals der letzteren wird erst im zweiten Drittheil der Schienenrinne zu einer Halbröhre. Die Stachelscheiden sind mit wenigen, steifen Borstenhaaren besetzt. —

Das Verhalten der Gattung Formica ist in Bezug auf die Chitintheile des Stachels durchaus nicht so abweichend von dem der übrigen Gruppen, als man früher gemeiniglich annahm, wenn es auch auf den ersten Blick schwer halten mag, die vorhandenen Homologien klar aufzufassen. Ist doch selbst die von Lacaze-Duthiers versuchte Reduction der Theile in vieler Beziehung als eine verfehlte zu bezeichnen. — Zunächst sind Winkel, quadratische und oblonge Platte (Fig. XXI *c*, *a*, *d*) unschwer nachzuweisen. Die quadratische Platte ist allerdings nur ein ziemlich schmales, fast stabförmiges Gebilde, das sehr eng mit dem Rudimente des letzten, durch ein grosses Stigma characterisirten Rückensegmentes (Fig. XXI *rs*) verbunden zu sein pflegt[1], der Winkel aber zeigt die bei den übrigen Gruppen geschilderte Gestalt. Er articulirt mit der quadratischen Platte und steht auch in normaler Weise mit der oblongen in Verbindung. An die Basis des Winkels setzt sich ein langer, gebogener Chitinstab (Fig. XXI *g*), der mit seinem sanft abgerundeten Ende bis zur Medianlinie des Abdomen reicht und hier das correspondirende Gebilde der andern Seite fast berührt. Es ist wohl nicht zu gewagt, diese rundlichen Stäbe als rudimentäre Stechborsten oder besser als Stechborstenschenkel in Anspruch zu nehmen. Der Stiel der oblongen Platte erscheint verlängert und kreuzt diese Stechborsten, um keulenförmig zu enden. Der Theil der Platte, welcher die Stachelscheiden zu tragen pflegt, ist bogenförmig ausgezogen, so dass diese Fortsätze der oblongen Platten sich ebenfalls in der Medianlinie des Körpers fast berühren (Fig. XXI *t*). Die Schienenrinne (*s*) ist vollständig rudimentär und nur als ein kurzer, gespaltener, meist aus einer hyalinen Chitinmembran bestehender Ausführungsgang der Giftblase entwickelt. Als Bögen der Schienenrinne bezeichne ich einen, die beiden oblongen Platten verbindenden Chitinstreif (Fig. XXI *b*), zu welcher Deutung ich mich durch die Entwickelungsgeschichte, welche uns Schienenrinne und Bögen als anfangs von einander unabhängige Gebilde erkennen lässt, berechtigt glaube. Die Meinung Lacaze-Duthiers, dieser eben besprochene dünne Chitinstreif sei das Analogon der Schienenrinne (l. c. pag. 32), ist jedenfalls eine irrige.

Da auch die Anordnung der Musculatur durchaus für die im Vorstehenden von mir gegebene Deutung spricht, so halte ich meine Auffassung der bei Formica auftretenden Chitingebilde für gesichert. Der

---

[1] Lacaze-Duthiers hielt letzteres Chitinstück für die quadratische Platte und vermisste daher die sonst allgemein bei Aculeaten auftretende rudimentäre Rückenschiene bei den Formiciden (l. c. Tom. 14 pag. 32).

Unterschied beider in Frage kommender Gattungen im Bau des Stachels wäre also auf eine Verkümmerung der Schienenrinne und eines Theiles der Stechborsten bei Formica zurückgeführt. — Erheblicher fast erscheint mir die Differenz, welche im Bau des Giftapparates zwischen Myrmiciden und Formiciden sich bemerklich macht. Im Gegensatze zu der verhältnissmässig kleinen Giftblase von Myrmica, ist die der Gattung Formica unförmlich gross; der kurze zweispaltige Drüsenschlauch bei jenen ist aber zu einer Unsumme von Schläuchen geworden, welche büschelweise einem sehr langen und spiralig aufgewundenen, gemeinsamen Kanale aufsitzen[1]), der seitlich in die Giftblase mündet (Fig. XXII *gd*). Die Giftdrüse erhält durch diese Anordnung das Aussehen einer aus kaum entwirrbaren Schläuchen bestehenden, der Giftblase haubenartig aufsitzenden Kugelkalotte. Vom teleologischen Standpuncte aus ist diese eminente und von sonstigen Vorkommnissen so abweichende Entwickelung der Giftdrüse bei Formica leicht zu verstehen, da jedenfalls eine weit bedeutendere Quantität Gift zur Sicherung des Effectes bei diesen Thieren nöthig ist, als dort, wo jeder Tropfen unmittelbar und sicher bis in die Wunde geleitet wird. Der histiologische Bau der einzelnen Drüsenschläuche ist, wie schon MECKEL nachwies, dem der Giftdrüse von Apis vollkommen analog. — Uebergänge zum Stachel der Myrmiciden konnte ich, abgesehen von dem bei grösseren Arten stärker chitinisirten Ausführungsgange der Giftblase, nicht auffinden, da die Gattung Atta, welche LACAZE-DUTHIERS als Verbindungsglied bezeichnet, mir nicht zu Gebote stand. —

b) Stachel der entomophagen und phytophagen Hymenopteren.

Den entomophagen und phytophagen Hymenopteren pflegt man, im Gegensatze zum aculeus der im Vorstehenden behandelten Familien, eine terebra zuzuschreiben. Dennoch hat es nicht an Autoren gefehlt, welche das Unzulängliche einer solchen Eintheilung hervorhoben, und vorzüglich war es LACAZE-DUTHIERS, welcher in seiner schon mehrfach citirten Arbeit die Einheitlichkeit beider Gebilde nicht allein in Bezug auf den anatomischen Bau betonte, sondern auch eine Verschiedenheit der Function zwischen aculeus und terebra entschieden in Abrede stellte. —

---

[1]) Auffälliger Weise leugnet LEYDIG (MÜLLER's Archiv 1859. pag. 59) diesen schon von MECKEL angedeuteten Bau der Giftdrüse; vielmehr betont er gegenüber den Darstellungen MECKEL's ausdrücklich, dass die Giftdrüse von Formica (rufa) durch einen einfach verlaufenden Kanal repräsentirt werde. Diese Behauptung ist nur durch irgend welchen Irrthum jenes Forschers erklärbar. —

Wir haben in diesem Abschnitte zunächst auf den Bau der terebra einzugehen, um in dem Kapitel über den Mechanismus die Functionen derselben etwas näher ins Auge zu fassen. Leider aber ist es mir nicht möglich gewesen, alle Gruppen der hierher gehörigen, im Bau des Stachels so äusserst mannigfache Gestaltungsverhältnisse darbietenden Hymenopteren zu analysiren, da das Untersuchungsmaterial nicht in allen Fällen zu beschaffen war. So muss ich von den Familien der Proctotrypiden und Chalcididen gänzlich abstrahiren, während die Ichneumoniden nur soweit sie zu den »genuini« gehören, berücksichtigt werden konnten. Nach den Mittheilungen Lacaze-Duthiers' aber bieten diese Familien eben keine fundamentalen Verschiedenheiten dar, so dass im Allgemeinen das im Folgenden Gesagte auch auf sie Anwendung finden dürfte. —

1) Chitintheile. Bei allen in Frage kommenden Hymenopteren sind zunächst sämmtliche Chitintheile, welche wir zum Stachel der Aculeaten zusammentreten sahen, mit Leichtigkeit nachzuweisen. Eine alleinige Ausnahme macht das Gabelbein, welches allen Terebrantiern zu fehlen scheint. —

Die flächenhaft gebildeten Theile, die Platten, schliessen sich im Allgemeinen den uns aus der Gruppe der Aculeaten bekannten Formen an und zeigen nur geringe Differenzen in ihrer Gestaltung. Dennoch sind sie durch gewisse, zwar untergeordnete, aber durchaus constante Merkmale von denen der Aculeaten geschieden. —

Zunächst sind die Chitinfortsätze der quadratischen Platten, wie wir sie z. B. bei den Vespiden auftreten sahen, stets zu einem vollständigen Ringe an der Dorsalseite verwachsen, so dass die Anzahl der Segmente um eines erhöht scheint[1]. An den Verbindungsstellen dieses dorsalen Ringes mit den quadratischen Platten findet sich mit grosser Regelmässigkeit je ein kleiner mit Borsten besetzter Zapfen (Taf. XVI Fig. I *at*), für welchen ich die Bezeichnung »Analtaster« in Anwendung bringen möchte. Das Vorhandensein derselben ist durchaus characteristisch für eine terebra im Latreille'schen Sinne. —

Auch die oblongen Platten sind unschwer von den bei Aculeaten geschilderten zu unterscheiden: sie zeichnen sich nämlich durchweg durch bedeutende Breite ihrer Basis aus. Sie inseriren sich daher an die Bögen fast in deren ganzer Länge und articuliren meistens direct mit der Schienenrinne (vergl. Taf. XV Fig. XXIII, Taf. XVI Fig. III).

---

[1] Es steht diese Einrichtung wohl damit im Zusammenhange, dass die terebra in der Mehrzahl der Fälle nicht wie der aculeus im Abdomen verborgen liegt, sondern selbst schon in der Ruhe weit aus der Leibeshöhle hervorragt. — Es konnte daher die gefaltete Chitinmembran, welche bei Apis die so ausgiebige Bewegung des gesammten Stachels ermöglichte (Vgl. pag. 295), da sie nunmehr überflüssig, durch stärkere Chitinisirung zur Vermehrung des festen Zusammenhanges zwischen Stachel und Abdomen verwendet werden.

Die den oblongen Platten aufsitzenden Stachelscheiden zeigen sich ungemein variabel in Form und Consistenz. Bald sind es kurze, ziemlich dünnwandige Cylinder mit weitem Lumen (vergl. Fig. VIII *t* von Bauchus), bald stark chitinisirte, dolchartige, ganzrandige oder gezähnte Gebilde, wie bei vielen Ichneumoniden und den Uroceriden (Taf. XVI Fig. V *t*); bald endlich erscheinen sie zu einfachen Fortsätzen der oblongen Platten umgestaltet (Cynipiden Taf. XV Fig. XXIII *t*). —

Fast noch grössere Mannigfaltigkeit als in den Formen des eben besprochenen Organs finden wir bei der Betrachtung des Stachels im engeren Sinne.

Die extremste Bildung von allen ist die in der Gruppe der Tenthredineen auftretende. Es fällt hier sofort in die Augen, dass die Schienenrinne fast ihrer ganzen Länge nach gespalten ist, so dass beide Hälften nur durch eine schmale Brücke an der dorsalen Seite in Verbindung stehen (vergl. die auseinandergeklappte Schienenrinne von Cimbex Taf. XVI Fig. III). Diese Schienenrinne ist stark gekrümmt, seitlich zusammengedrückt und in ihrer ganzen Länge mit wellenförmigen Querleisten versehen. Die Stechborsten (Fig. IV) sind ebenfalls gerippte, stark seitlich zusammengedrückte Gebilde, deren schmale Längsränder verdickt erscheinen. Elastische Plättchen fehlen, wie überhaupt bei allen Terebrantiern; dagegen finden wir hier eine neue spezifische Einrichtung. Gleich nach dem Austritt aus dem basalen Theile der Schienenrinne nämlich endigt plötzlich der äussere Längsrand der Stechborste, ohne der Krümmung der Bögen zu folgen, um einem Muskel, welcher zur letzten Bauchschiene tritt, als Ansatzstelle zu dienen (Taf. XVI Fig. I *lr*). — Diese Einrichtung ist übrigens den Tenthredineen nicht eigenthümlich: ein gleiches Verhalten finden wir bei den Uroceriden (Taf. XVI Fig. V *lr*, von Sirex) und, soweit meine Untersuchungen reichen, auch bei Ichneumoniden. Doch finden sich bei letzteren augenscheinlich Uebergänge zu dem normalen Verhalten der Stechborsten, wie wir es bei den Aculeaten geschildert. Letzteren schliessen sich die Cynipiden an.

Die freiliegende Schienenrinne der Uroceriden ist lang, stiletartig und glatt (Taf. XVI Fig. V *s*). Nur die äusserste Spitze, welche etwa in Form einer Schreibfeder gespalten ist, zeigt eine Anzahl von stumpfen Zähnen (Fig. VII). Die Leisten der Rinnenfurchenränder zeichnen sich durch auffallende Grösse aus (vergl. den Querschnitt (Fig. VI *l*). Die Stechborsten, abgerundet dreikantig, sind an ihrer inneren untern Seite mit Haaren besetzt und tragen an ihrer Spitze wenige, stumpfe

Sägezähne. Merkwürdig ist es, dass die in normaler Lage einander zugekehrten Flächen der Stechborsten je einen Längsspalt tragen, welcher von der Basis bis etwas über die Mitte reicht. —

Die Gruppe der Cynipiden zeichnet sich durch eine ungemein schlanke, meist wie bei Mutilla an der Basis rückwärts gebogene Schienenrinne aus. Die Spitze derselben zeigt in der Regel einige Zähne, während die Stechborsten meist vollkommen glatt erscheinen (vergl. Taf. XV Fig. XXIII). — Weitaus die grösseste Mannigfaltigkeit von allen Gruppen bieten die Ichneumoniden im Bau des eigentlichen Stachels dar. Während wir einerseits Formen gewahren, deren allgemeine Verhältnisse nur wenig etwa von einem Apidenstachel verschieden sind, begegnen wir andererseits Gebilden, welche, die Körperlänge weit übertreffend, ausserordentlich dünne und schlanke, von ähnlich geformten Stachelscheiden umgebene Fäden darstellen. Bald besteht die Schienenrinne aus einem einzigen, bald aus zwei Stücken, ja bei Pimpla fand ich sie aus zwei durch einen selbstständigen, schmalen Chitinstreif in ganz eigenthümlicher Weise verbundenen Längshälften zusammengesetzt (vergl. Fig. XI den Querschnitt bei normaler Lage der Theile; Fig. XII die 3 Stücke der Schienenrinne isolirt). Bald ist dieselbe rund, bald eckig (Taf. XVI Fig. X), bald mit grosser, bald mit kaum erkennbarer Längsleiste auf den Furchenrändern. — Aehnliche Verschiedenheiten nun bieten auch die Stechborsten. Auch sie können rund, eckig, dünnwandig, starr (und dann meist an der Innenfläche mit einem Längsspalt versehen Fig. XI), gezähnt oder glatt erscheinen, so dass es in der That schwer hält, zwei annähernd gleiche Formen aufzufinden (vergl. die Querschnitte Fig. IX, X und XI). —

Es kann nicht in meiner Absicht liegen, detailirte Beschreibungen dieser selbst bei nahe verwandten Species oft ganz bedeutend differirenden Formverhältnisse zu liefern. Schon das geringe mir zu Gebote stehende Material würde ein solches Unternehmen unmöglich machen. Einen allgemeinen Ueberblick aber über die zur terebra der entomophagen und phytophagen Hymenopteren zusammentretenden Chitintheile glaube ich im Vorstehenden gegeben zu haben. So sehr wir auch im Allgemeinen die Uebereinstimmung derselben mit denen des aculeus betonen müssen, so sehen wir doch in dem Fehlen des Gabelbeins, dem Auftreten der Analtaster, den veränderten Formverhältnissen der quadratischen und oblongen Platten, sowie endlich in der oft so seltsamen Gestaltung der Schienenrinne, eine Reihe von Eigenthümlichkeiten, welche uns mit ziemlicher Leichtigkeit die Natur eines vorliegenden Stachels erkennen lassen. Weniger sicher aber, als aus den

Chitintheilen, ist eine solche Beurtheilung aus dem Drüsenapparate oder der Musculatur.

2) Giftapparat. Dass allen Hymenoptera aculeata eine Giftdrüse zukommt, ist nie bezweifelt worden. Weniger bekannt aber ist es, dass auch die terebra in allen Fällen, neben etwaigen anderen Functionen, als Ausführungsgang einer Drüse dient, deren Analogie mit der Giftdrüse der Aculeaten nach ihrer Structur, Zusammensetzung und Lage nicht im Mindesten zu bezweifeln steht. Zwar spricht schon Lacaze-Duthiers von einer Giftdrüse bei Ephialtes, ja Léon Dufour beschreibt in der pag. 289 citirten Abhandlung eine grosse Anzahl von Drüsenformen bei Tenthredineen, Uroceriden, Ichneumoniden etc.; allein der letztgenannte Forscher verkannte eben die vollständige Gleichwerthigkeit dieser von ihm als »glandes sérifices« bezeichneten Gebilde mit dem Giftapparate der Aculeaten. Nicht anders erging es späteren Autoren [1], wie denn z. B. v. Siebold (vergl. Anatomie Bd. II pag. 646) diese Organe der glandula sebacea bei Apis identificirt hat. Dass eine solche Deutung unhaltbar, beweist das oft (namentlich bei Ichneumoniden) gleichzeitige Vorhandensein sowohl der Giftdrüse als auch der glandula sebacea auf das Entschiedenste. —

Die Formen dieses von mir vorläufig ebenfalls als Giftdrüse bezeichneten Apparates schliessen sich im Allgemeinen durchaus den bei Aculeaten besprochenen Verhältnissen an. Auch hier finden wir lange, meist verästelte Drüsenschläuche einem weiten, häufig durch Einschnürung getheilten Behälter aufsitzen, welcher dann seinerseits durch einen meist sehr langen und dünnen Hals mit der Schienenrinne in Verbindung steht. Die Gestaltung der Drüsenschläuche ist sehr mannigfaltig, weshalb ich auf Léon Dufour's Abbildungen (op. c. pl. 9 und 10) verwiesen haben will. Der in die Schienenrinne eintretende Blasenhals geht theils sogleich, theils erst nach längerem Verlauf in ein offenes Chitinrohr über. —

3) Musculatur. Aehnliche Uebereinstimmung wie im Giftapparat zeigen die Hymenopteren endlich auch in der Anordnung der Musculatur, wenngleich durch Umformung der Chitintheile auch manche Modificationen in der Stärke und Insertion erzeugt werden. So inserirt sich der bei Aculeaten auftretende Gabelbeinmuskel bei Terebrantiern, welchen wie oben bemerkt das betreffende Chitinstück fehlt, an die Basis der Schienenrinnenbögen oder der Schienenrinne selbst. Aehnliches findet sich übrigens schon bei Myrmica, welche Gattung durch

---

[1] Eine Ausnahme macht Schioedte (Naturhist. Tidskrift 1842 Bd. IV Heft I), welcher die Drüsenapparate von Ichneumon Annulator, Ophion luteus und Pimpla Instigator ausdrücklich als Homologa der Giftdrüse von Apis bezeichnete. —

geringe Entwickelung des Gabelbeins sich auszeichnet. — Erwähnt wurde ferner schon (pag. 307) der bei Terebrantiern auftretende Muskel, welcher von der Basis der Stechborsten nach vorn zur Bauchschiene verläuft; für ihn lässt sich kein Analogon bei Aculeaten auffinden. —

Weitere Verschiedenheiten gewahrte ich nicht, doch gestehe ich offen, dass ich die Reihe der in Bezug auf Zahl und Anordnung der Muskeln auftretenden Besonderheiten durch das Gegebene noch nicht abgeschlossen glaube. Vielmehr dürften gründlichere Untersuchungen als die von mir angestellten noch manche neue und interessante Verhältnisse zu constatiren im Stande sein. —

Mechanismus des Stachels.

a) Bewegungsmechanismus. Schon in der Einleitung wurde hervorgehoben, dass Sollmann der erste war, welcher die Mechanik des Bienenstachels festzustellen und durch schematische Abbildungen zu erläutern suchte. Die Basis aber, auf welche er sich stützte, die Daten, welche er seinen Constructionen zu Grunde legte, beruhten auf so unrichtigen Beobachtungen, dass uns die gänzliche Erfolglosigkeit seiner Bemühungen nicht Wunder nehmen kann. Abgesehen nämlich von der irrigen Behauptung, das Gabelbein inserire sich mit seinen paarigen Schenkeln an die Lamellen der Stechborsten, hat sich Herr Sollmann auch über die Insertion zweier Muskelpaare getäuscht, indem er das von der quadratischen Platte an die Basis des Winkels tretende, an die Bögen der Schienenrinne, das von der quadratischen zum Stiel der oblongen verlaufende Paar aber an den mittleren Theil der Winkel sich inseriren lässt. — Doctor Fenger erwähnt vornehmlich nur zwei Muskeln, welche den Winkel mit der Basis der Schienenrinne verbinden sollen (l. c. pag. 159). Dieselben existiren aber sicherlich nicht. —

Vier Bewegungen sind es, welche wir bei der Explikation des Mechanismus zu betrachten haben: Vor- und Rückwärtsbewegung des eigentlichen Stachels, d. h. der Schienenrinne sammt Stechborsten, und Vor- und Rückwärtsbewegung der letzteren allein. Suchen wir zunächst auf empirischem Wege die Art der Stechborstenbewegung zu eruiren, so bietet uns ein frisch aus dem Abdomen einer lebenden Biene gezogener Stachel hierzu die beste Gelegenheit. Mit grosser Geschwindigkeit sehen wir hier den Winkel sich an dem Articulationspuncte mit der oblongen Platte hin- und herbewegen, derart, dass sein Insertionspunct mit dem Schenkel der Stechborste bald der Stielbasis der oblongen Platte genähert, bald von derselben entfernt wird. Die quadratische Platte folgt nur in geringem Masse den Bewegungen des Winkels; die oblonge erscheint unbeweglich. Aus unmittelbarer Anschauung ergiebt sich also, dass die Gleitbewegung der Stechborsten auf den Leisten der Schienenrinne durch Vermittelung des Winkels erfolgt, dessen Drehpunct an der Articulationsstelle mit der oblongen Platte gelegen ist. —

Fassen wir nunmehr die pag. 296 beschriebene Musculatur ins Auge, so sehen wir leicht, dass es drei Muskelpaare sind, welche den oben geschilderten Effect zu erzielen vermögen. Ich meine die drei starken, von den quadratischen Platten ausgehenden Muskelpaare, deren zwei an die oblonge Platte sich inseriren, während das dritte zur Winkelbasis sich begiebt (Taf. XV Fig. II *n*, *o* und *w*). Denken wir uns nämlich den verdickten Rand der quadratischen Platte dem der oblongen soweit genähert, als es ohne Zerrung des zum Winkel tretenden Muskels möglich (vergl. die nebenstehende schematische Darstellung), so wird der an den Stiel der oblongen Platte sich inserirende Muskel (*n*) durch Contraction seiner Fasern einen Druck der quadratischen Platte auf ihren Articulationspunct mit dem Winkel hervorbringen. Da aber der Winkel einen Hebel darstellt, dessen Stützpunct an der oblongen Platte gelegen, so wird der Winkel sich um eben diesen Stützpunct drehen müssen, d. h. die Stechborste wird aus der Schienenrinne hervorgestossen (Fig. *α*). Den Muskel, welcher die eben beschriebene Wirkung hervorbringt, möchte ich den »protrusor« der Stechborsten nennen. — Denken wir uns nun die Wirkung desselben sistirt, so wird zunächst sein Antagonist, der von der Basis der quadratischen Platte zum hintern Rande der oblongen tretende Muskel (*o*) durch Contraction die quadratische Platte in die frühere Lage zurückzuziehen im Stande sein. Gleichzeitig aber beginnt auch der die Winkelbasis mit der quadratischen Platte verbindende Muskel — ich nenne ihn den »retractor« der Stechborsten — sich zu contrahiren (Fig. *β*, *w*). Die dadurch erzeugte Kraft vermag aber natürlich nur auf die Winkelbasis zu wirken: wiederum wird der Winkel um seinen

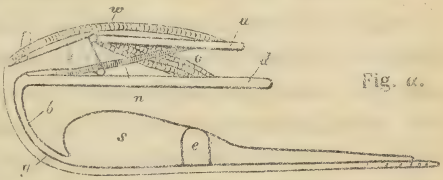


Fig. *α*.

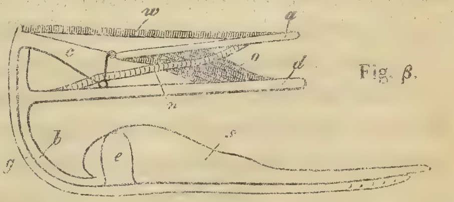


Fig. *β*.

Unterstützungspunct gedreht, die Stechborste wird zurückgezogen (Fig. β). —

Dies der Mechanismus der Stechborstenbewegung, dessen Praecision und Exactheit noch erhöht wird durch die an den Stechborsten befestigten, in den Kolben der Schienenrinne hineinragenden elastischen Plättchen, welche — abgesehen von der Länge und Contractilität der Muskeln — die Grenzen der Verschiebung zu normiren haben. Die Spannung derselben bei vorgeschobener Stechborste ist durch Reibung an den Kolbenwandungen eine so grosse, dass sie ganz allein im Stande sind, die Stechborsten in die normale Lage zurückzuschnellen. Experimentell lässt sich dieses sehr hübsch an einem der Länge nach aufgeschnittenen Stachel nachweisen. —

Weit bedeutendere Excurse als die Stechborsten allein hat der Stachel im engeren Sinne auszuführen. Da es aber nicht möglich, durch directe Beobachtung den Mechanismus dieser Bewegung festzustellen, so kann das im Folgenden Gegebene nur als Vermuthung betrachtet werden. —

Nachdem wir dreien der sechs Muskelpaare ihre, wie ich glaube, wahrhafte Function zugeschrieben haben, würde noch eine gleiche Zahl für die in Frage stehende Bewegung übrig bleiben. Von diesen aber sind zwei so schwach, dass sie schon deshalb — ganz abgesehen von ihren Insertionspuncten — für das Vorstrecken der Schienenrinne völlig ungeeignet erscheinen. So kann die Contraction des die Hörner mit den Bögen verbindenden Muskels höchstens eine Krümmung der letzteren bewirken, während der von der quadratischen Platte zur Rückenschiene verlaufende nichts ist, als ein Suspensorium für den Stachel; sein Insertionspunct am Rückensegment repräsentirt den Drehpunct für die Gesammtheit der den Stachel zusammensetzenden Chitingebilde. — Es bliebe somit nur noch der Gabelmuskel zur Vor- und Rückwärtsbewegung der Schienenrinne übrig. Doch auch dieser erscheint für eine solche Rolle durchaus ungeeignet. Die einzige Wirkung, welche er vermöge seiner Lage hervorzubringen vermag, ist ein Heben des Gabelbeins und der Kolbenbasis, unter gleichzeitiger Krümmung der Schienenrinnenbögen. Darnach würde also dieser Muskel die Aufgabe haben, der aus dem Abdomen heraustretenden Spitze des Stachels durch Hebung der Basis des letzteren eine Richtung nach unten zu verleihen, eine Aufgabe, die gewiss, bei der ganzen Art und Weise des Gebrauches dieser Waffe, keine unwichtige zu nennen ist. —

Aus dem Gesagten ergiebt sich, dass die den Stachel nach aussen bewegende Kraft keine durch Muskeln erzeugte sein kann, und dieser Schluss erscheint um so mehr gerechtfertigt, als wir fast genau dieselbe

Musculatur bei Hymenopteren auftreten sehen, deren Stachel bei einer vollkommen äusserlichen Lage überall keine selbstständigen Excurse auszuführen hat. — Ich nehme daher keinen Anstand, als treibendes Princip für die Bewegung des Stachels im engeren Sinne die Blutflüssigkeit zu bezeichnen, welche ja auch bekanntermassen bei dem Hervorstülpen des Penis und ähnlicher Körperanhänge eine so wichtige Rolle spielt. Bei jeder stechenden Biene kann man eine seitliche Annäherung der Abdominalwandungen mit Leichtigkeit beobachten, bei frisch getödteten aber genügt ein geringer Druck auf die vorderen Hinterleibssegmente, um den Stachel in normaler Weise hervortreten zu lassen. —

Auch für die Mechanik der übrigen Hymenopterenstachel wird das Gesagte im Grossen und Ganzen Gültigkeit besitzen, wenn auch in einzelnen Gruppen weitere Complicationen nicht zu fehlen scheinen. So wird bei Terebrantiern die Bewegung der Stechborsten durch das Hinzutreten eines neuen Muskels (vergl. pag. 307) jedenfalls mannigfaltiger sich gestalten, als bei den Aculeaten. Vor allem aber muss die Spaltung der Schienenrinne bei Tenthredineen, die gelenkartige Verbindung beider Hälften derselben durch einen unpaaren Chitinstreif bei Pimpla (Taf. XVI Fig. XI und XII) auch diesem Organe eine Reihe von Bewegungen erlauben, welche mit der veränderten Function der Schienenrinne im engsten Zusammenhange stehen. —

In welcher Weise nun der Stachel durch abwechselndes Vorwärtsschieben der Stechborsten in die Wunde dringt, ist schon von früheren Autoren beschrieben worden. Fenger sagt in Bezug auf diesen Punct (l. c. p. 168), die Stechborsten seien »ungleich im Abdomen aufgehängt«, so dass ihre Spitzen nie mit gleicher Länge die Schienenrinne überragen könnten. Ich glaube letzteres Verhalten, welches allerdings zum tieferen Eindringen des Stachels nothwendig ist und lebhaft an das abwechselnde Agiren der Kieferhälften bei Schlangen erinnert, weit einfacher aus ungleichmässiger Contraction der correspondirenden Muskeln, denn aus einer asymetrischen Lage des gesammten Apparates erklären zu können. — In Betreff der an den Bögen der Schienenrinnen bei allen Hymenopterenfamilien auftretenden Härchen äussert Fenger die Ansicht, dieselben seien dazu da, die Reibung zwischen Bögen und Stechborsten zu vermindern. Mir scheinen sie im Gegentheil ein Befestigungsmoment, indem sie, gegeneinander convergirend, die Stechborsten seitlich umfassen. Für eine solche Auffassung spricht auch vor allem ihre Stellung an der Bogenkrümmung, an einem Puncte also, an dem unter sonst gleichen Verhältnissen ein Abgleiten der Stechborsten von den Leisten am ehesten zu befürchten steht. — Ueber die Bedeutung der ebenfalls ziemlich constant auftretenden Härchen an den oblongen Platten konnte ich keine Gewissheit erlangen; möglich, dass sie den protrusor der Stechborsten fixiren helfen. —

b) Giftabfluss. Die Frage, auf welchem Wege das Secret der Giftdrüse in die Wunde gelange, ist schon mehrfach Gegenstand der Erörterung gewesen. Nach einer Zeichnung Sollmanns (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XIII Tab. XXXVII Fig. 3) fliessen die einzelnen Tropfen, nachdem sie in die Schienenrinne gelangt und gleich an der Basis derselben durch einen (gar nicht vorhandenen) Längsspalt zwischen den beiden Stechborsten nach aussen getreten sind, an der Aussenseite der Stechborsten entlang in die Wunde. Abgesehen aber davon, dass bekanntlich die Stechborsten an der Unterseite der Schienenrinne befestigt sind, man also nicht einsieht, weshalb die Tropfen nicht schon beim Austritt aus der Kolbenbasis zu Boden fallen, muss eine solche Einrichtung auch wegen der Eigenschaft des Giftes an der Luft zu gerinnen als völlig unmöglich bezeichnet werden. — Abenteuerlicherer noch sind die Behauptungen, welche Fenger über den Abfluss des Giftes aufzustellen versucht. Tracheenäste, welche sowohl in die Schienenrinne als in die Stechborsten eintreten, haben — so vermuthe ich — ihn verleitet, eine Spaltung des Blasenhalses nach seinem Eintritt in die Schienenrinne in viele Aeste anzunehmen. Aus diesen Aesten soll dann das Gift durch kleine Oeffnungen in das Innere der Stechborsten treten, um an deren Spitze abermals durch eine hypothetische Oeffnung nach aussen und in die Wunde zu fliessen. Hervorgerufen wurde diese Ansicht Fenger's durch die Bemerkungen Swammerdam's über den Giftabfluss, welcher im Wesentlichen die später von Sollmann adoptirte Hypothese aufstellte. Da auch Fenger die beiden Stechborsten durch einen Spalt getrennt glaubte, ihm also jene Erklärung nicht genügen konnte, so suchte er einen vollständig neuen und selbstständigen Weg, während doch in Wirklichkeit die Swammerdam'sche Ansicht nur geringer Modificationen bedarf, um als die richtige zu erscheinen. Schon pag. 294 haben wir nachgewiesen, dass die beiden Stechborsten sich ihrer ganzen Länge nach berühren, dass also der von ihnen und der Schienenrinne gebildete Kanal ein vollständig geschlossener ist. Wir haben ferner gezeigt (pag. 298), dass die Fortsetzung des Giftblasenhalses den Boden eben jenes Kanales darstelle. Aus beiden Daten folgt aber unmittelbar, dass das Gift einzig und allein in dieser von Stechborsten und Schienenrinnenfurche gebildeten Röhre seinen Abfluss haben könne, um an der Spitze, wo die Stechborsten weder genau zusammenschliessen, noch fest der Schienenrinne aufliegen, aus derselben hervorzutreten. — Die Ausstellungen Fenger's wegen Gerinnung des Giftes an der Luft werden auf diese Weise beseitigt, während andererseits selbst bei nach oben gerichteter Stachelspitze das Gift durch Contraction der Blasenwände im Kanal aufwärts getrieben werden muss. —

c) Function des Stachels. Dass der Aculeus hauptsächlich zum Stechen, die Terebra zum Eierlegen vorhanden, kann im Allgemeinen nicht bezweifelt werden. Dennoch haben wir uns gegen eine strikte Scheidung der Function von »Legebohrer« und »Wehrstachel« entschieden zu verwahren. — Einen Hauptgrund, letzteren allein als Schutz- und Trutzwaffe in Anspruch zu nehmen, glaubte man in dem steten Vorhandensein einer mit dem Stachel verbundenen Giftdrüse gefunden zu haben. Nachdem wir aber (pag. 309) nachgewiesen, dass ein ganz analog zusammengesetzter Drüsenapparat allgemein auch bei Terebrantiern sich auffinden lasse, würde es nunmehr allein die Verschiedenheit des Secretes sein, welche beide Stachelformen als von einander differente erscheinen lässt. Das Secret der Aculeaten (nach Dr. Dornhoff's in der Bienenzeitung Jahrg. XIV Nr. 17 veröffentlichten Untersuchungen eine Lösung von Eiweiss in Ameisensäure) würde als Gift gegen Thiere, das der Terebrantier als Reizmittel für Pflanzen oder aber (bei Ichneumoniden) als Kittsubstanz etc. zu bezeichnen sein. Abgesehen aber von einem solchen bei unserer gegenwärtigen Unkenntniss der chemischen Zusammensetzung dieser Secrete durchaus ungenügenden Criterium, kann der angegebene Unterschied nicht einmal in ganzer Ausdehnung aufrecht erhalten werden, da es eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Ichneumoniden giebt, welche empfindlich zu stechen im Stande sind. — Es übernimmt also in diesen Fällen die Terebra vollständig die Function des Aculeus. — Nicht weniger einseitig, als dem Aculeus allein die Fähigkeit des Stechens zuzusprechen, ist die Behauptung, dass nur die Terebra beim Ablegen der Eier betheiligt sei. Schon von mehreren Seiten (vergl. z. B. »die Bienenzeitung« Bd. I 1864) ist darauf hingewiesen worden, dass Bienenkönigin und Arbeiterin beim Eierlegen sich verschieden verhalten. Erstere nämlich legt mit grosser Regelmässigkeit jedes Ei auf den Boden der Zelle, während eine geschlechtlich vollkommener entwickelte Arbeiterin, wie solche ja häufig genug zu beobachten sind, das Ei nur an die Wandung der Zelle anzukleben pflegt. Eine solche Differenz lässt sich nach Leuckart, dem ich mich anschliesse, nur erklären durch die verschiedenen Formen des den beiden Thieren zukommenden Stachelapparates. Sobald das Ei die an der Basis des letzten Bauchsegmentes mündende Vagina verlassen, gelangt es in eine Halbrinne, welche seitlich von den beiden Stachelscheiden, oben von den auf der Schienenrinne befestigten Stechborsten gebildet wird. Je nachdem nun diese Halbrinne einen geraden oder einen gebogenen Verlauf nimmt — ersteres ist bekanntlich bei der Arbeiterin, letzteres bei der Königin der Fall — wird das Ei eine spezifische Richtung nehmen und auch nach seinem Austritte aus dem Hinterleibe inne halten, d. h., es wird je nach den Verhältnissen entweder an die Wand oder an den Boden der Zelle abgesetzt werden. —

Sehen wir in dieser Weise den Stachel der Aculeaten beim Eierlegen betheiligt, so müssen wir in der That zugestehen, dass eine fundamentale Verschiedenheit der Function zwischen Wehrstachel und Legebohrer überall nicht existirt. Dagegen werden wir mit Leichtigkeit nachzuweisen im Stande sein, dass die extremsten Formen beider Organe allerdings nicht unerheblich, wie im Bau, so in der Function von einander abweichen. —

Während in der Gruppe der Ichneumoniden einerseits nicht selten Stachelapparate auftreten, welche in ihrem ganzen Bau eine grosse Uebereinstimmung mit dem Aculeus zeigen, finden wir andererseits auch Formen, deren gesammte Construction zum Stechen absolut ungeeignet erscheint. In noch höherem Masse gilt dies von der breiten, lamellenförmigen Terebra der Tenthredineen. Man könnte diese Verschiedenheit der Form allein durch die Ungleichartigkeit der Medien, für welche der Stachel in Anwendung kommt, zu erklären versuchen und würde dadurch sicher zum Verständniss einer ganzen Reihe von Einrichtungen gelangen[1]. Jene Eigenthümlichkeiten des Baues aber, welche wir in einem früheren Abschnitte (pag. 308) als fast allen Terebrantiern gemeinsam beschrieben haben, finden wir hierdurch nicht erklärt. Sie setzten mit Nothwendigkeit auch eine gemeinsame, den Aculeaten nicht zukommende Function voraus. —

Betrachten wir die so eigenthümlichen bei Terebrantiern, mit Ausnahme der Cynipiden, fast allgemein vorkommenden Fortsätze an der Basis der Stechborsten (Taf. XVI Fig. I und V *lr*), so können wir nur eine Vermuthung über den Zweck derselben aufstellen. Es wird durch jene eine Vorrichtung geschaffen, das Ei aus der unmittelbar zwischen den beiden Fortsätzen mündenden Vagina sicher in das Innere des Stachels oder genauer, zwischen die Stechborsten des letzteren treten zu lassen. In der That glaube ich bei der grossen Mehrzahl der Terebrantier als Weg des Eies den Raum zwischen den Stechborsten resp. zwischen Stechborsten und Schienenrinne bezeichnen zu müssen, und zwar sprechen dafür ausser der eben hervorgehobenen Einrichtung noch etwa folgende Verhältnisse.

---

[1] So ist leicht einzusehen, dass jene Ichneumonidengruppen, welche in Spalten und Löchern versteckten Insecten nachspüren, eines langen, fadenförmigen Stachels bedürfen. — Der Sägeapparat der Tenthredineen erscheint vorzüglich geeignet, das Parenchym der Blätter zu durchschneiden, während die festere Holzfaser erst mit Hülfe eines starren und festen Stachels, wie ihn die Uroceriden besitzen, durchbohrt wird. —

Bei Aculeaten sehen wir die beiden Stechborsten in allen Fällen sich in der Medianlinie berühren; die Wandungen derselben sind gleichmässig chitinisirt und starr; eine Verschiebung auf den Leisten der Schienenrinne findet stets nur in der Längsrichtung statt. — Werfen wir dagegen einen Blick auf die Querschnitte der Stechborsten etwa von Banchus (Taf. XVI Fig. IX *g*) oder Tenthredo (Taf. XVI Fig. II *g*), so fällt es zunächst auf, dass die Stechborsten bei normaler Lage auseinanderklaffen. Ihre inneren Wände sind dünnhäutig oder doch nur zum Theil verdickt, so dass sie mit Leichtigkeit den Aussenwänden genähert werden können. Eine gleiche Erweiterung des zwischen beiden gelegenen Hohlraums wird bei Sirex und vielen Ichneumoniden dadurch ermöglicht, dass die Innenwand der Stechborste einen Längsspalt trägt (vergl. Taf. XVI Fig. XI von Pimpla). — Der die Basis jenes Chitinstückes mit dem letzten Bauchsegmente verbindende Muskel wird auch eine seitliche Bewegung der Stechborsten ermöglichen und zwar um so eher, als in vielen Fällen (z. B. Fig. VI von Sirex) die Leiste der Schienenrinne ungeheuer gross ist und im Querschnitte vollkommen halbkreisförmig sich darstellt. —

Alle diese an den Stechborsten zu bemerkenden Eigenthümlichkeiten weisen meiner Meinung nach darauf hin, dass das Ei innerhalb des Stachels selbst an seinen Bestimmungsort gelangt. Ist dieser Weg bei Banchus, wo die Ränder der Schienenrinnenfurche sich fast berühren (Taf. XVI Fig. IX) oder bei Sirex, wo die an den Stechborsten auftretenden Haare ein Eindringen des Eies in die Schienenrinne selbst verhindern werden, ein mehr äusserlicher zu nennen, so wird in anderen Fällen, wie z. B. bei Tenthredineen, das Ei einen mehr innerlichen Verlauf nehmen, wie sich aus der Längsspaltung der Schienenrinne und dadurch ermöglichter Erweiterung derselben erschliessen lässt. —

Die Complicationen dieser Verhältnisse sind übrigens sehr mannigfaltige, und es wird ein sehr langes und gründliches Studium, verbunden mit directen Beobachtungen über den Act des Eierlegens, dazu gehören, um in allen Fällen den Weg angeben zu können, welchen das Ei auf seiner Wanderung zum Bestimmungsorte zurücklegt. Vorzügliche Berücksichtigung bei dieser Frage verdient vor Allem auch das sehr verschiedenartige Verhalten des Giftblasenhalses innerhalb der Schienenrinne, der bald wie bei Apis als Boden der Rinnenfurche

(Taf. XVI Fig. X), bald als geschlossene Röhre (Fig. IX) auftritt, bald endlich bei gespaltener Schienenrinne die beiden Hälften der letzteren zu je einem geschlossenen Kanale ergänzt hat (Fig. II, VI und XI). —

Dass trotz mancher der im Vorstehenden aufgezählten spezifischen Einrichtungen in vielen Fällen das Ei dennoch nicht durch den Stachel selbst, sondern in der bei Aculeaten beschriebenen von Stachel und Scheiden gebildeten Halbrinne sich fortbewege, kann nicht in Abrede gestellt werden. Ist doch oft die Grösse des Eies so kolossal, dass die Aufnahme desselben im Innern des Stachels als reine Unmöglichkeit erscheinen muss. —

Die durch obige Betrachtung gewonnenen Resultate lassen sich in Kürze etwa folgendermassen formuliren: Aculeus und Terebra sind im Allgemeinen durch Bau und Function von einander unterschieden. Uebergänge der mannigfaltigsten Art aber lassen sie als ursprünglich gleiche und erst durch Anpassung nach verschiedenen Richtungen hin spezifisch umgeformte Organe erkennen. — Der Weg den das Ei durchläuft ist bei Aculeaten eine aus Stachel und Stachelscheiden gebildete Halbrinne; bei Terebrantiern machen zahlreiche, oft auf gewisse Gruppen beschränkte Einrichtungen es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass neben jener Rinne auch der von den Stechborsten umschlossene Hohlraum, wie das Innere der Schienenrinne, zur Leitung des Eies benutzt werde. —

d) Fortbewegung des Eies. Ich schliesse diesen Abschnitt nicht, ohne noch kurz die Frage nach der motorischen Kraft berührt zu haben, welche die Eier von der Mündung der Vagina bis an ihren Bestimmungsort zu treiben geeignet ist. —

Es ist eine alte, schon von Lacaze-Duthiers als sinnlos bezeichnete Ansicht, dass das Ei, sofern es innerhalb des Stachels seinen Weg nimmt, durch andere ihm aus dem Ovarium nachfolgende allmälig aus der Röhre hervorgestossen werde; müsste doch in diesem Falle bei erschöpftem Ovarium eine ganze Kette von Eiern zu Grunde gehen. — Der genannte Autor stellt nun eine neue Ansicht auf, indem er den Stachel zunächst allein als Bohrer wirken lässt. Nunmehr wird, nachdem der Stachel aus der Wunde gezogen, das Ei unmittelbar aus der Vagina an den Rand dieser Oeffnung gebracht, worauf der wieder in Thätigkeit tretende Stachel dasselbe bis auf den Grund des Bohrloches hinabstösst. Abgesehen von der Schwerfälligkeit eines solchen Mechanismus und von der durchaus für diesen Zweck unpassenden Construction der Stachelspitze, muss nach dem früher Gesagten, in welchem wir ja gerade für die Mehrzahl der Fälle einen Durchgang des Eies durch das Innere des Stachels betonten, die gegebene Erklärung als falsch erscheinen. —

Aber wir können ihrer auch durchaus entrathen, da der Kräfte genug vorhanden, denen wir die verlangte Wirkung mit Recht zuschreiben müssen. Zunächst und vor Allem ist es die alternirende Bewegung der Stechborsten, welche das Ei vorwärts treibt. Diese sind bei Tenthredineen ihrer ganzen Länge nach mit Querrippen versehen; bei Uroceriden tragen sie Borstenhaare; in vielen anderen Fällen hat man an den Eiern selbst Höckerchen und Unregelmässigkeiten der mannigfaltigsten Art beobachtet. An der nöthigen Reibung wird es also wohl in den seltensten Fällen fehlen, zumal bei Terebrantiern die Bewegung der Stechborsten durch den schon mehrfach erwähnten Muskel an ihrer Basis eine bei weitem complicirtere und mannigfachere sein muss, als die bei Aculeaten beschriebene. —

Zu dieser motorischen Kraft gesellt sich sicher noch eine zweite. Ich meine die in das Innere der Stechborsten getriebene Blutflüssigkeit, welche durch Vermittelung der bei Terebrantiern meist dünnen und elastischen Innenwände der Stechborsten einen bedeutenden Druck auf das zwischen den letzteren befindliche Ei auszuüben im Stande sein dürfte. — Bei dem äusserlichen Wege, welchen das Ei der Aculeaten zurückzulegen hat, wird ein ähnlicher Effect durch Schwellung der Stachelscheiden zu erreichen sein. —

Schliesslich glaube ich, zumal für jene Fälle, in welchen das Ei zwischen Stechborsten und Schienenrinnen hingleitet, auch dem Secrete der Giftdrüse eine Rolle zur Vorwärtsbewegung des Eies anweisen zu müssen. — Auch bei anderen Formen des Stachelapparates dient dieses Secret wahrscheinlich dazu, ein Klebenbleiben des Eies an der äussersten Spitze des Stachels zu verhindern. Für eine solche Auffassung wenigstens spricht die von A. Braun (vergl. die Bienenzeitung, Jahrgang VI Nr. 16) gemachte Entdeckung, dass jedem von einer Arbeiterin gelegten Ei auch »ein Tröpfchen Flüssigkeit mit in die Zelle folgte«. —

Morphologie des Stachels.

a) Entwickelungsgeschichte.

Stein's klassiche, aber wie es scheint etwas einseitige Untersuchungen über die Hinterleibsgebilde der Käfer (vergl. Anatomie und Physiol. d. Insecten. 1. Monographie), haben lange Zeit einen bestimmenden Einfluss auf die Beurtheilung der Abdominalanhänge auch der übrigen Insecten ausgeübt. So finden wir denn auch in den Lehrbüchern die Ansicht vertreten, der Stachelapparat der Hymenopteren sei einfach durch Metamorphose der letzten Leibessegmente entstanden. Die im Folgenden gegebene Entwickelungsgeschichte wird beweisen, dass die bis jetzt gehegte Hypothese eine irrige ist. —

Meine Untersuchungen erstrecken sich allein auf Apis mellifica. Das früheste Stadium, welches ich zu beobachten Gelegenheit hatte, zeigt uns die fusslose, mit 14 gleichmässig entwickelten Leibesringen versehene Larve derselben, wie sie im Begriff ist, aus der gekrümmten Lage nach erfolgter Eindeckelung in eine gestrecktere überzugehen. An der Bauchseite der drei vorletzten Segmente findet man um diese Zeit je ein Paar länglich runder Wülste, welche, von Tracheen umsponnen und augenscheinlich der Hypodermis entstammt, man nach Weissmann's Definition als Imaginalscheiben zu bezeichnen das Recht hat. Schon Ganin beschrieb dieselben (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XIX Heft 3) und erklärte sie für die primitiven Anlagen der männlichen und weiblichen Genitalorgane, ohne jedoch wie es scheint ihre weitere Entwickelung genauer verfolgt zu haben. — Bald zeigen diese Wülste weitere Differenzirungen, namentlich die des dreizehnten Segmentes. An letzteren gewahrt man nach kurzer Zeit eine Längstheilung, derart dass jeder Wulst nunmehr aus zwei nebeneinander liegenden cylindrischen Zapfen besteht, deren basale Theile unter sich wie mit dem correspondirenden Wulst der andern Seite verbunden sind. Die Wucherungen des zwölften Segmentessind zu länglichen, gekrümmten Zapfen geworden, während die des elften Ringes zwei rundliche mit je einem langen Faden in Verbindung stehende Blasen repräsentiren. Ein derartiges Stadium zeigt Fig. XV von innen, Fig. XIV von aussen gesehen. —

Zu dieser Zeit sind alle 14 Leibesringe noch unverändert erhalten, wenn auch schon die Bauchtheile der 2 vorletzten Leibesringe verkürzt erscheinen (Fig. XVII). Während nun nach stattgehabter Häutung die Differenzirung in Thorax und Abdomen sichtbar zu werden beginnt [1], schreitet diese scheinbare Verkürzung der vorletzten Bauchsegmente immer weiter vor, indem das elfte Segment sie von aussen her in der Weise überwuchert, dass nur noch die aus ihnen entsprossenen Zapfen hervorragen (Fig. XVI). Letztere haben während dessen an Länge bedeutend gewonnen. Die vier Zapfen des vorletzten (13) Segmentes haben sich in der Weise gelagert, dass die beiden mittleren zu einem unpaaren Stücke zu verschmelzen beginnen, d. h., wie weitere Entwickelungsstufen zeigen, zur Schienenrinne werden, die beiden andern aber symmetrisch zu beiden Seiten liegen; sie repräsentiren die Stachelscheiden. — Wie das elfte Segment die beiden vorletzten, so überwächst auch das zwölfte Segment das ihm nachfolgende dreizehnte, so dass alsbald die zwei Zapfen des zwölften der primitiven Schienenrinne aufgelagert erscheinen: Es sind die noch unvollkommen entwickelten geraden Theile der Stechborsten. —

---

[1] Merkwürdiger Weise gehen bei den Hymenopteren 4 der 13 Leibessegmente in die Bildung des Thorax ein, so dass also 9 zum späteren Abdomen zusammentreten, wie das auch schon von Leuckart (Bau- und Entwickelungsgeschichte der Pentastomen pag. 26 Anm. 1) hervorgehoben ist. —

Doch nicht allein die ursprünglichen, nunmehr mit einer Cuticula versehenen Zapfen haben sich in der eben beschriebenen Weise weiter differenzirt, auch die Segmente, denen sie entstammen, haben an der spezifischen Umbildung Theil genommen. Während nämlich das dreizehnte Bauchsegment nach Ausbildung von 4 durch Musculatur verdeckten tiefen Längsfalten vermittelst Zellwucherung nach innen zwei zapfenartige Fortsätze treibt, die sich schon früh als erste Anlage der Gift- und Schmierdrüse documentiren, haben sich die Zapfen des zwölften Segmentes durch eine bogenförmige, der Segmentwandung anliegende Verdickungsschichte nach innen verlängert (Fig. XVIII). An letzterer ist man bald zwei Theile zu unterscheiden im Stande, welche sich später als Bogen der Schienenrinne und Schenkel der Stechborsten erkennen lassen. Der übrige Theil dieses zwölften Bauchsegmentes bleibt einfach häutig, ähnlich wie auch die vorläufig noch ziemlich ansehnlich erscheinenden, mit Stigmen versehenen Rückenschienen der beiden in Frage kommenden Leibesringe. Die als Imaginalscheiben des elften Segmentes bezeichneten rundlichen Wülste treten nie nach aussen hervor, sondern wachsen zu kurzen, an ihrem Hinterrande mit einander verschmelzenden Cylindern aus, und bald erkennen wir an den ihnen aufsitzenden, rudimentären Eierstöcken, dass wir es hier mit der primitiven Anlage der Tuben und der Vagina zu thun haben. —

Das eben beschriebene Stadium (Fig. XVI—XVII) ist für den Uebergang der Larve in den Puppenzustand characteristisch. In der Puppe selbst sehen wir die Metamorphose ein gut Theil weiter vorgerückt. Bei der Betrachtung des Abdomens von aussen sieht man zunächst nur das sechste bis elfte Segment. Das zwölfte bis vierzehnte haben sich fast vollständig in die Leibeshöhle hineingesenkt, doch vermag man wenigstens die Rückenhälften derselben noch zum Theil zu erkennen (Fig. XIX). Die verschiedenen aus dem Körper hervorragenden Zapfen haben schon vollständig ihre definitive Lage angenommen, wenn auch ihre Formen noch sehr plump und unfertig erscheinen (Fig. XX). — Oeffnet man nunmehr das Thier von der Rückenseite, so gewahrt man Folgendes: Der Dorsaltheil des dreizehnten Segmentes (Fig. XXI) ist zu einem ziemlich schmalen Streif geworden, welcher das vierzehnte Segment seitlich und oben umfasst; die Faltungen des Ventraltheils aber haben sich zu oblonger und quadratischer Platte ausgebildet. Aus dem mittleren Theile dieses dreizehnten Bauchsegmentes ist der sogenannte Rinnenwulst entstanden. — Das zwölfte Bauchsegment liegt vollständig hinter dem dreizehnten versteckt. Nach Abtragung des letzteren aber sieht man, wie ausser einem medianen Chitinfortsatze am Rande des Segmentes nach innen (dem Gabelbein) Schienenrinnenbögen, Schenkel der Stechborsten und, wenn auch noch in unvollkommener Weise, der Winkel sich aus demselben gebildet haben. Der Rückentheil dieses zwölften Segmentes, welcher sich bedeutend von den übrigen Dorsalringen abgehoben hat, erscheint nunmehr deutlich als jene rudimentäre Rückenplatte, auf deren Vorhandensein als Homologon eines halben siebenten Segmentes ich schon mehrfach (vergl. z. B. pag. 296) hinzuweisen Gelegenheit hatte (Fig. XXI 12). —

Die weitere Entwickelung bedarf wohl kaum der Beschreibung. Eine abermalige Häutung giebt den einzelnen Theilen ihre definitive Gestalt, und nach kurzer Zeit besitzen dieselben die nöthige Festigkeit und Härte, um mit Erfolg als Waffe benutzt werden zu können. —

Fassen wir noch einmal kurz die Ergebnisse dieser Untersuchung zusammen, so ergiebt sich etwa Folgendes: Das letzte Segment der Larve ist an der Bildung des Stachelapparates unbetheiligt, sondern dient mit seinem Bauch- und Rückentheile zur Umschliessung des Enddarmes. Die Ventraltheile des zwölften und dreizehnten Segmentes sind es, an welche sich die Entwickelung des Stachels knüpft. Oblonge, quadratische Platte und Rinnenwulst werden vom dreizehnten Segmente, Winkel, Bögen der Schienenrinne und Stechborstenschenkel, sowie das Gabelbein, vom zwölften Bauchsegmente gebildet. Die Schienenrinne selbst, die Stachelscheiden, wie die geraden Theile der Stechborsten, entwickeln sich aus Imaginalscheiben des zwölften resp. dreizehnten Segmentes, sind also Segmentanhänge und den Antennen, Flügeln, Beinen als gleichwerthig zu betrachten. Die geraden Theile der Stechborsten entsprechen in derselben Weise je einem Beine, wie die Hälfte der Schienenrinne verbunden mit der an ihrer Seite befindlichen Stachelscheide. — Der Giftapparat, die Schmierdrüse und der Ausführungsgang der Geschlechtsorgane entstehen als Zellwucherungen der Segmente nach innen, letzterer aus eigenen Imaginalscheiben. Die dorsalen Theile des zwölften Segmentes sind schmale häutige Streifen, welche den Enddarm seitlich umfassen, während die des dreizehnten Segmentes durch die späteren rudimentären Rückenschienen repräsentirt werden. Die sechs noch übrigen hier in Betracht kommenden Segmente der Larve bilden sich zu den sechs normalen Leibesringen der vollkommen entwickelten Imago aus. —

Ob und inwieweit die hier mitgetheilten Resultate auch für den Stachel der übrigen Hymenopteren Gültigkeit haben, wage ich nicht zu behaupten. Die Vermuthung liegt jedoch nahe, dass ein Organ mit so ausgeprägtem typischen Character, wie es der Stachelapparat doch ist, im Allgemeinen auch nach demselben Plane sich entwickeln werde. —

Es möge hier schliesslich noch die Bemerkung Platz finden, dass die Entwickelungsgeschichte des Apidenstachels manche Eigentümlichkeiten anderer Hymenopterenfamilien zu erklären im Stande ist. So z. B. wird das Vorkommen einer getheilten Schienenrinne bei den Tenthredines verständlicher, wenn wir dieselbe auch bei Apis aus zwei Primitivzapfen sich entwickeln sehen. Auch die sonderbare Rückbildung des Stachelapparates in der Gattung Formica erscheint nunmehr weniger zusammenhangslos, indem wir in dieser Erscheinung ein einfaches Fehlen (oder Rückbildung?) der Segmentanhänge zu erblicken haben, während die Segmente selbst in völlig normaler Weise differenzirt wurden. —

Weitere Besonderheiten, welche durch die Art der Genese des Stachelapparates ihre Erklärung finden, wie z. B. die dorsale Verbindung der quadratischen Platten durch einen verdickten Chitinstreif bei den Terebrantiern, übergehe ich, um mich zu einem letzten Hauptpuncte zu wenden, zu einer Vergleichung der männlichen und weiblichen Hinterleibsgebilde auf Grund sowohl der Entwicklungsgeschichte, als des anatomischen Baues der Zwitterbienen [1].

---

[1] Nachdem meine Untersuchungen vollständig abgeschlossen, ja schon zum grössten Theile in der vorstehenden Form niedergeschrieben waren, erschien in dem am 4. Juli 1872 ausgegebenen dritten Heft des XXII. Bandes der »Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie« ein kurzer Bericht über eine Arbeit des Herrn Ouljanin, welcher ebenfalls die Entwickelung des Stachels zum Gegenstande einer eingehenden Untersuchung gemacht hat. — Es ist mir natürlich nicht möglich, im Augenblicke auf die Einzelheiten jenes Berichtes näher einzugehen, nur folgende kurze Bemerkungen mögen hier Platz finden. In der Hauptsache, in dem Resultate, dass Schienenrinne, Stachelscheiden und Stechborsten Segmentanhänge darstellen, stimmen unsere Untersuchungen überein; auch die Schilderung der Art und Weise, in welcher diese verschiedenen Organe aus den Imaginalscheiben sich hervorbilden, ist eine analoge. Die selbstständige Genese der Stechborstenschenkel und der Bögen der Schienenrinne aus Theilen des zwölften Bauchsegmentes hat Ouljanin nicht erkannt; auch über die Entstehung der oblongen und quadratischen Platten, des Winkels wie des Gabelbeins giebt er, nach jener kurzen Mittheilung zu urtheilen, keinen Aufschluss. Es hat in Folge dessen den Anschein, als ob jener

b) Vergleichung der männlichen und weiblichen Hinterleibsgebilde.

1) Die Hinterleibsgebilde des Männchens. Bekanntlich besitzen die entwickelten Drohnen ein vollständiges Abdominalsegment mehr als die Weibchen, also sieben. Die Vermuthung liegt daher nahe, dass der nur beim Weibchen auftretende Stachelapparat morphologisch diesem siebenten Segmente des ♂ gleichwerthig sei. A priori ist jedoch auch die Möglichkeit nicht zu läugnen, derselbe entspreche vielmehr der sogenannten Zange, jenem bei den meisten männlichen Hymenopteren so mächtig entwickelten, aus einer Summe von Chitinstücken bestehenden Greifapparate. Die Entwickelungsgeschichte hat diese Frage zu entscheiden; sie wird uns im Folgenden zeigen, dass wenigstens bei Apis die hier rudimentäre Zange morphologisch durchaus nichts mit dem Stachel der Weibchen zu thun hat. Inwieweit aber die von mir gemachten Beobachtungen für die übrigen Gruppen der Hymenopteren Geltung haben, wird erst durch eingehenderes Studium einer Mehrzahl von Entwickelungsreihen zu bestimmen sein. —

Fassen wir zunächst das letzte Abdominalsegment der Drohne ins Auge, so finden wir die Rückenhälfte genau nach dem Typus aller übrigen Dorsalsegmente gebaut. Das Bauchsegment jedoch zeigt eine durchaus selbstständige, von allen übrigen abweichende Bildung, indem es sich aus einer Summe heterogener Platten zusammensetzt. — Zunächst erkennt man ein basales, fast dreieckiges Plattenpaar (Taf. XVI, Fig. XXII *dp*), welches die Verbindung sowohl mit dem sechsten Bauch-, als mit dem siebenten Rückensegmente zu vermitteln hat. Auf diese mit starken Verdickungsrändern und zwei Fortsätzen versehenen Dreiecke folgen seitlich nach hinten zwei stark chitinisirte fast quadratische Platten (Fig. XXII *qp*), an welche ein rinnenförmiger Stab mit seinem einen Endpuncte befestigt ist. Die Verbindung dieser paarigen viereckigen Gebilde wird durch ein breites, nach hinten etwas ausgezogenes Chitinstück hergestellt (Fig. XXII *mc*), an welches sich zwei abgerundete, am Rande verdickte Platten anschliessen (Fig. XXII *ap*), die unter sich durch eine dem Penis angehörige Membran in Verbindung stehen. Zwischen dem siebenten Bauch- und Rückensegmente nach innen in

---

Forscher, im Gegensatz zu früheren Autoren, welche eine Metamorphose der letzten Segmente in den Stachelapparat annehmen, alle Theile desselben als Segmentanhänge zu betrachten geneigt ist. In der Mitte zwischen beiden Ansichten liegt nach meiner obigen Schilderung die Wahrheit: Der Stachelapparat in seiner Gesammtheit setzt sich sowohl aus Segmentanhängen als auch aus metamorphosirten Segmenten selbst zusammen. — Leipzig, den 14. Juli 1872. —

die Leibeshöhle hineinragend, findet sich endlich noch ein stark verhorntes, längliches Gebilde (Fig. XXII *vg*), welches durch Membranen mit der quadratisch geformten Platte und dem letzten Dorsalsegmente verbunden ist. —

Wohl schwerlich wird man im Stande sein, aus dem Gesagten oder der beigefügten Abbildung sichere Schlüsse über die Analogie dieses letzten Bauchsegmentes mit dem Stachelapparate zu machen. Gehen wir jedoch in der Entwickelungsgeschichte dieses Segmentes nur eine Stufe zurück, so erscheint eine Vergleichung beider Gebilde ohne Schwierigkeit ausführbar. — Auch die männliche Larve besass anfangs vierzehn Segmente, deren letztes zur Bildung des Afters verwendet wird. Während nun das dreizehnte Rückensegment wie beim ♀ bis auf einen schmalen Streif völlig verschwindet, bildet sich das zwölfte zu einem Endsegmente aus. Das elfte Bauchsegment beginnt auch hier wie beim ♀ eine Ueberwucherung wenigstens des zwölften Segmentes (Fig. XXIII). Letzteres reducirt sich auf einen ziemlich schmalen Streif, welcher keine Zapfen hervortreibt (Fig. XXIII *dp*). Das dreizehnte Bauchsegment lässt auf dieser Stufe vier Ausstülpungen erkennen, die aber denen des ♀ an Grösse bedeutend nachstehen. Die beiden mittleren derselben umfassen einen Längsspalt, die ♂ Genitalöffnung, und sind ihrer Stellung und Genese nach als Homologa der Schienenrinne zu deuten. Die seitlich gelegenen Wülste aber erscheinen den Stachelscheiden aequivalent. In der entwickelten Drohne nun werden die beiden mittleren Hervorragungen des dreizehnten Segmentes zu den oben beschriebenen, abgerundeten, mit dem Penis in Contact stehenden Platten (Fig. XXII *ap*), die seitlichen dagegen zu den mit *qp* bezeichneten quadratischen Gebilden. Das bei der Drohne vorhandene umpaare Stück *mc* muss mit Nothwendigkeit, da es zwischen den die Stachelscheiden repräsentirenden quadratischen Gebilden gelegen, dem Rinnenwulste entsprechen. Die basalen dreieckigen Platten aber sind nichts als Ueberreste des zwölften Bauchsegmentes, müssen also, da ihnen die den Stechborsten analogen Zapfen fehlen, als eine Verschmelzung von Winkel, Schienenrinnenbögen und Schenkel der Stechborsten angesehen werden. — Nachdem diesen Gebilden ihre Stellung angewiesen, kann uns auch die Bedeutung jenes ziemlich isolirten, länglichen Chitingebildes nicht mehr zweifelhaft sein, von dem ich sagte, dass es durch Membranen mit der letzten Rücken- und Bauchschiene in Verbindung stehe (Fig. XX *vg*). Es muss als seitlicher Theil des dreizehnten Bauchsegmentes, d. h. als Analogon der quadratischen Platte des Stachelapparates in Anspruch genommen werden. —

Wir sehen also, dass in der That der als letztes Bauchsegment des

Männchens auftretende Complex von Chitinplatten sich ohne Schwierigkeit auf gleichwerthige Theile des Stachels zurückführen lässt. Zu ganz ähnlichen Resultaten nun gelangte ich, schon bevor ich mich der Entwickelungsgeschichte der Bienen zuwandte, durch die Analyse der Zwitterbienen. —

2) Zwitterbienen. Es scheint mir nicht ganz uninteressant, die Vorkommnisse bei diesen die Aufmerksamkeit des Naturforschers in so hohem Grade fesselnden Thieren etwas eingehender zu besprechen und gewissermassen als Prüfstein für die Richtigkeit der oben gegebenen Reduction des Stachels auf die Hinterleibsgebilde des Männchens zu verwerthen. —

Bekanntlich waren es hauptsächlich Leuckart und v. Siebold, welche genauere Untersuchungen über die so seltsamen Vorkommnisse bei Zwitterbienen anstellten. — Die Angaben des letztgenannten Forschers erstrecken sich vorzüglich auf die Weichtheile dieser Thiere, sind daher für unsern gegenwärtigen Zweck von nur untergeordneter Bedeutung. R. Leuckart dagegen giebt in dem Sitzungsbericht vom 23. September 1864 der 39. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte eine kurze Beschreibung auch der Chitintheile des Stachels und versucht dieselben auf morphologisch gleichwerthige Theile des männlichen Abdomens zurückzuführen. Die in jenem Berichte niedergelegten Ansichten werde ich theils zu bestätigen, theils wegen des reichlicheren Untersuchungsmaterials, welches mir zu Gebote stand, zu erweitern im Stande sein. —

Wie schon Leuckart nachgewiesen, sind in den Bienenzwittern die männlichen und weiblichen Charactere auf das Verschiedenartigste und Regelloseste zusammengewürfelt, so dass es in der That schwer hält, zwei Individuen mit vollständig gleichen Merkmalen aufzutreiben. Bald zeigt der Kopf, bald das Abdomen, bald die rechte, bald die linke Seite männlichen, resp. weiblichen Habitus; bald endlich sind in den verschiedenen Körpertheilen männliche und weibliche Charactere so mit einander combinirt, dass die sonderbarsten Missbildungen zu Stande kommen. Zwitter der letzten Art, welche auch hinsichtlich ihres Stachelapparates zwischen Mann und Weib die Mitte zu halten pflegen, sind am besten geeignet, uns über die morphologische Bedeutung der Chitintheile des Stachels aufzuklären. — Vorher jedoch wollen wir die Verhältnisse, wie sie uns bei bilateral unsymmetrischen Thieren entgegentreten, etwas näher ins Auge fassen. —

Bei Thieren dieser Art, deren rechte Abdominalhälfte also etwa männlich, deren linke weiblich gebaut ist, finden wir an der linken Seite den sechsten Bauchring zu einem Endsegmente, einer halben

Scheidenklappe (Fig. XXIV *es*), ausgebildet, während der Theil desselben, welcher auf der männlichen Seite gelegen, sich in nichts von den vorhergehenden Segmenten unterscheidet (Fig. XXIV *bs*). Auf die halbe Scheidenklappe der weiblichen Seite folgt nun ein oft vollkommen normal entwickelter halber Stachelapparat (Fig. XXIV): Oblonge und quadratische Platte, eine Stechborste, ein halbes Gabelbein, ein Winkel und eine halbe Schienenrinne mit Giftblase, während die zugehörige Hälfte des letzten Rückensegmentes (Fig. XXIV *rs*), durch das grosse Stigma leicht kenntlich, fast schon die rudimentäre Form angenommen, in der wir es bei den Arbeiterinnen als Bindeglied zwischen quadratischer Platte und sechster Rückenschiene auftreten sehen. Männlicherseits ist dieses siebende Rückensegment, ebenfalls ein Stigma tragend, vollständig entwickelt, am Hinterrande zugespitzt, stark chitinisirt und mit dichten Borsten besetzt, so wie es bei einem Endsegmente der Fall zu sein pflegt (Fig. XXIV *rs'*). Die Hälfte des siebenten Bauchsegmentes aber gleicht genau einem halben männlichen Endsegmente, trägt dabei aber einen vollständig entwickelten Penis. — Wir sehen, wie die hier geschilderten Verhältnisse vollständig mit dem durch die Entwickelungsgeschichte Erschlossenen übereinstimmen, insofern nämlich durch das Vorhandensein eines vollständigen Penis auch hier eine Reduction des Stachels auf die Chitintheile desselben ausgeschlossen ist, die ganze Anordnung der Theile aber eine Aequivalenz der Stacheltheile mit den Platten des männlichen Endsegmentes im höchsten Grade wahrscheinlich macht. —

Diese Wahrscheinlichkeit aber wird nun zur Gewissheit, sobald man an die Analyse von Zwittern geht, bei denen männliche und weibliche Charactere nicht an bestimmte Regionen gebunden sind, d. h. im gegenwärtigen Falle, bei denen die in Rechnung kommenden Abdominalgebilde die Mitte halten zwischen einem Stachelapparat und einem männlichen siebenten Bauchsegment. — Am häufigsten zeigt sich eine solche Mittelbildung, ein Uebergang zum weiblichen Typus, an den dreieckigen basalen Platten (Fig. XXII *dp*) des sonst vielleicht fast vollkommen männlich entwickelten letzten Bauchringes. Der stark chitinisirte, mit dem Rückensegmente articulirende Theil derselben hat sich mehr oder weniger stark von dem übrigen Theile der Platte abgesetzt (Fig. XXV *c*), während letzterer selbst wieder durch einen Querriss in zwei lange, ziemlich schmale Streifen zerfallen ist (Fig. XXV u. XXVI *b* und *g*). Der vordere Streif (*g*) bleibt in Continuität mit dem zuerst erwähnten fast dreieckigen Theile (*c*), und wir erkennen in beiden Gebilden nunmehr den Winkel mit dem daran sitzenden Schenkel der Stechborste. Der hintere Streif (*b*) der basalen Platte aber, welcher sich durch auftretende Härchen an seinem unteren Rande als Rudiment eines Rinnenbogens erweist, ist mit jenen fast quadratisch geformten Plättchen in Verbindung getreten, welche durch den Ansatz eines rinnenförmigen Chitinstabes characterisirt sind (Fig. XXII *qp*). Dieselben entsprechen folglich den oblongen Platten sammt Stachelscheiden. Auch hier haben wir also dieselben Ergebnisse, welche uns schon die Entwickelungsgeschichte lieferte. — Auch eine Umbildung der beiden abgerundeten Platten (Fig. XXII *ap*) zur Schienenrinne ist, wenn auch nur unvollkommen, zu beobachten. Ich rechne hierher eine nicht selten auftretende Verschmelzung dieser beiden Stücke zu einem unpaaren, in der Medianlinie des Abdomens gelegenen Organe. Die Metamorphose des länglichen, zwischen Bauch- und Rückenschiene des männlichen Endsegmentes gelegenen Chitinstückes (Fig. XXII *vg*) glaube ich durch die in Fig. XXV u. XXVI (bei *vg*) dargestellten Vorkommnisse genügend erklärt, während die Entwickelung des Gabelbeins, die Umbildung der medianen Platte (Fig. XXII *mc*) des männlichen Bauchsegmentes aus dem mir zu Gebote stehenden Material nicht zu erschliessen war. —

Erklärung der Tafeln XV. XVI.

XV.

Fig. I. Stachel im engeren Sinne von Apis, von unten gesehen.
Fig. II. Stachelapparat von Apis ☿ von oben gesehen. Die Musculatur der rechten Seite ist abpräparirt.
Fig. III. Schienenrinne von Apis ☿ von unten in Verbindung mit den oblongen Platten.
Fig. IV. Stechborste von Apis ☿ mit dem Winkel.
Fig. V. Längsschnitt durch den eigentlichen Stachel von Apis ☿.
Fig. VI. Querschnitt durch die Spitze der Schienenrinne von Apis.
Fig. VII. » » » Mitte » » » »
Fig. VIII. » » » Basis » » » »
Fig. IX. » » » Stechborste von Apis ☿.
Fig. X. » » » Mitte des eigentlichen Stachels von Apis ☿.
Fig. XI. » » » Basis » » » » »
Fig. XII. Theil der Giftdrüse von Apis ☿, in Kalilauge macerirt.
Fig. XIII. Stachel mit Giftdrüse von Vespa vulg. von der Seite.
Fig. XIV. Stechborste von Vespa vulg.
Fig. XV. Hals der Giftblase von Vespa vulg.
Fig. XVI. Stachel von Ammophila sabulosa von unten.
Fig. XVII. » » Pompilus viaticus von der Seite.
Fig. XVIII. Basaltheil des Stachels von Mutilla europaea von unten, rechts ist eine Stechborste erhalten.

Fig. XIX. Stachel von Myrmica von unten.
Fig. XX. Stechborste von Myrmica.
Fig. XXI. Rudimentärer Stachelapparat von Formica rufa
Fig. XXII. Stachelapparat von Formica mit Giftapparat.
Fig. XXIII. Stachelapparat von Cynips sp. Die Stechborste ist von der Schienenrinne losgelöst. —

XVI.

Fig. I. Stachel von Tenthredo mit Giftapparat.
Fig. II. Querschnitt durch den Stachel von Tenthredo.
Fig. III. Ausgebreitete Schienenrinne von Cimbex, von oben.
Fig. IV. Stechborste von Cimbex.
Fig. V. Stachel von Sirex gigas, von unten.
Fig. VI. Querschnitt durch den Stachel von Sirex.
Fig. VII. Spitze der Schienenrinne von Sirex.
Fig. VIII. Stachel von Banchus, von der Seite, die Stechborste ist von der Schienenrinne gelöst.
Fig. IX. Querschnitt durch den Stachel von Banchus
Fig. X. » » » » » Cryptus sp.
Fig. XI. » » » » » Pimpla.
Fig. XII. » » die Schienenrinne von Pimpla. Die drei Theile derselben ausser ihrem natürlichen Zusammenhange.
Fig. XIII—XV. Sich streckende ☿ Larve von Apis; letzte Abdominalsegmente.
  Fig. XIII. von der Seite gesehen.
  Fig. XIV. letzte Bauchsegmente von unten gesehen.
  Fig. XV. » » von innen gesehen.
Fig. XVI—XVIII. Larve von Apis ☿ kurz vor der Verpuppung; letzte Abdominalsegmente.
  Fig. XVI. von der Seite.
  Fig. XVII. Bauchsegmente von unten.
  Fig. XVIII. » von innen gesehen.
Fig. XIX—XXI. Puppe von Apis ☿; letzte Segmente.
  Fig. XIX. von der Seite.
  Fig. XX. Bauchsegmente von unten.
  Fig. XXI. » von innen gesehen.
Fig. XXII. Letztes Bauchsegment von Apis ♂, von innen.
Fig. XXIII. Letzte Bauchsegmente der ♂ Puppe von Apis, von aussen.
Fig. XXIV. Hinterleibsgebilde eines bilateral unsymmetrisch gebauten Zwitters von innen.
Fig. XXV. Hälfte des zwischen Stachel und letzten ♂ Bauchsegment die Mitte haltenden Bauchringes eines Zwitters.
Fig. XXVI. Dasselbe Gebilde wie in Fig. XXV von einem Zwitter mit mehr weiblichem Character. —

Die beigesetzten Buchstaben haben in allen Figuren gleiche Bedeutung. Wo dies nicht der Fall, ist es besonders angegeben. Es bedeutet

a. Quadratische Platte.
ap. Rundliche Platte des letzten ♂ Bauchsegments.
at. Analtaster.

b.	Bogen der Schienenrinne.
bs.	Vorletztes Bauchsegment des ♂.
c.	Winkel.
d.	Oblonge Platte.
dp.	Dreieckige basale Platte des letzten ♂ Bauchsegments.
ds.	Schmierdrüse.
e.	Lamelle zwischen Bögen und Schienenrinnenhörnern.
es	Letztes Bauchsegment des ♀.
f.	Furche der Schienenrinne.
g.	Stechborste (in Fig. XXI auf Taf. XV und in Fig XXV u. XXVI auf Taf. XVI Schenkel der Stechborsten).
gb.	Giftblase.
gd.	Giftdrüse.
gr.	Uebergangsstelle des Blasenhalses in ein offenes Halbrohr
h	Hörner der Schienenrinnen.
hm.	Muskel am Halse der Giftblase.
i.	Boden der Rinnenfurche.
k.	Der von Stechborsten und Rinnenfurche gebildete Kanal
l.	Leiste der Schienenrinne.
lr.	Chitinfortsätze an der Basis der Stechborsten.
m.	Gabelbein.
mc	Unpaare Platte des letzten ♂ Bauchsegmentes.
n.	Protrusor der Stechborsten.
o	Von der Basis der quadratischen Platte zur oblongen tretender Muskel.
p.	Elastisches Plättchen der Stechborsten
pe.	Penis.
q.	Rinne der Stechborsten.
qp.	Viereckige Platte des letzten ♂ Bauchsegmentes.
r.	Rinnenwulst.
rs.	Siebentes, rudimentäres Rückensegment des ♀.
rs′.	» Rückensegment des ♂.
s.	Schienenrinne.
t.	Stachelscheiden (Taf. XV Fig. XXI Fortsätze der oblongen Platten).
u.	Muskel zwischen Bögen und Hörnern der Schienenrinne.
vg.	Verbindungsstück des letzten ♂ Bauch- und Rückensegmentes.
w.	Retractor der Stechborsten.
x.	Membran, welche den Stachel mit der Bauchschiene verbindet.
y.	» » » » » » Rückenschiene verbindet
z.	Gabelmuskel. —

Von der Challenger-Expedition.

Briefe

an **C. Th. E. v. Siebold** von **R. v. Willemoes-Suhm.**

I.

H. M. S. Challenger, Madeira,
5. Februar 1873.

Verehrtester Herr Professor!

Dieser erste Brief wird Sie erst erreichen, wenn Prof. *Thomson*'s Bericht über unsere bisherige Thätigkeit in der »Nature« bereits erschienen ist. Neue überraschende Facta werden Sie also, sollten sie zu melden sein, dort zu suchen haben, während ich hier nur über einzelne Gegenstände berichten will, die mich besonders interessirt haben und die für die Leser der Zeitschrift meiner Ansicht nach ebenfalls anziehend sind. Es soll also kein vollständiger Bericht sein über Alles was die Expedition leistet, sondern mehr briefliche Notizen, namentlich gerichtet an die mir in Deutschland befreundeten Zoologen. Bei der grossen Mannigfaltigkeit verschiedener Arbeiten, die hier an Bord vor sich gehen, würde auch ein vollständiger Bericht viel zu zeitraubend sein, denn der Challenger ist in der That mit einer kleinen reisenden Akademie zu vergleichen, deren Laboratorien und Bibliothek auf's Beste ausgerüstet sind. Die Regierung hat, wie Sie bereits aus den Berichten englischer Zeitungen wissen werden, mit grosser Liberalität Alles, was Prof. *Thomson* oder einer von uns gewünscht haben, bewilligt, und das Bewilligte ist dann, so weit es zu Zwecken des zoologischen Laboratoriums verwendet werden sollte, in diesem von

Mr. *Moseley* auf's Praktischste untergebracht worden. Wir haben in diesem einst von Kanonen eingenommenen Raume am Fenster einen grossen Arbeitstisch mit einer Reihe von Fächern in der Mitte und mit Schrauben zur Befestigung der Mikroskope, rechts und links sind an den Wänden grosse Schränke und Schubladen, alle mit Fächern versehen, in denen die Ihnen wohlbekannten Geräthe auf das Zweckmässigste untergebracht sind. An der Decke sieht man Botanisirtrommeln, Harpunen, grosse Cylinder für Pennatuliden etc. An der Wand ist ein Hahn angebracht, aus dem Spiritus ausläuft, der in einem hinter derselben angebrachten grossen Reservoir sich befindet. Waschtisch, Wasserbehälter und Pflanzenpresse vervollständigen das Mobiliar. Dies ist also der Raum, der hauptsächlich mikroskopischen Arbeiten und der Aufbewahrung niederer Thiere geweiht ist. Für die Zubereitung der höheren Thiere, sowie für das Aufsuchen von Helminthen wird noch auf dem Deck ein anderer Platz angewiesen werden. Was die Mikroskope anbelangt, so interessirt Sie vielleicht die getroffene Auswahl: wir haben 3 *Hartnack*'s, 4 *Merz*'s, 1 *Winkel* (Goettingen), 1 *Smith* und *Beck*'s Binocularinstrument, 1 *Ross*, 1 Präparirmikroskop von *Zeiss*, einfache Mikroskope zum Präpariren, Loupen etc. Beim Arbeiten erweisen sich gewisse mit Nickel plattirte Pincetten und Scheeren, welche nicht rosten als ganz vorzüglich, denn wie Alle, die am Meere gearbeitet haben, wissen, ist das Rosten der Instrumente ein grosser Uebelstand. Diese Nickelwerkzeuge haben wir durch *Baker* in London (*Holborn*) erhalten und ich empfehle sie Allen, die an der Seeküste arbeiten auf's Beste. Unsere feinen Münchener Pincetten und Staarnadeln habe ich natürlich auch hierher verpflanzt. Was die Glaswaaren anbelangt, so sind flache Schalen, die, wenn man auf dem Lande arbeitet, einem so vortreffliche Dienste leisten, hier nur selten anwendbar, mit Ausnahme jener auf Glasplatten befestigten Zellen, die wir rund und viereckig, zum Theil mit Deckeln versehen, in allen Grössen vorräthig haben. Ebenso zahllose Objectträger und Deckgläser englischen Formats — Alles in hübschen sehr zweckmässig eingerichteten Kästen. Ein solcher steht rechts neben mir zwischen Fenster und Tisch, um die getrockneten Präparate aufzunehmen, die bis dahin auf einem Tische liegen, der über unsern Häuptern aufgehängt ist (swinging table). Solcher schwebender Tische haben wir mehrere, sie sind sehr nützlich, weil Alles, was nicht in den Fächern des Tisches liegt, natürlich in die Schubladen gepackt werden muss, sobald die Fahrt beginnt, während jene Tische ganz sicher sind. Aehnliche Einrichtungen hat auch Prof. *Thomson* in seinem schönen Salon, und hier, im Kartenzimmer, sowie an den Wänden des Laboratoriums ist auch unsere Bibliothek angebracht, auf die wir sehr stolz sind und die ich hier mit einigen Worten berühren muss. Bei der Auswahl der Bücher sind zunächst die allgemeineren Reisewerke naturwissenschaftlichen und ethnologischen Gehalts, sodann die zoologischen und botanischen Compendien und Sammelwerke berücksichtigt worden. Sodann leisten uns z. B. *Bronn*'s Klassen und Ordnungen, *Milne-Edwards* »Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée«, sowie die Lehrbücher von *Claus* und *Gegenbaur* bei unsern täglichen Arbeiten vorzügliche Dienste. Von Zeitschriften haben wir *Petermann*'s Mittheilungen (ca. 10 Bände), die letzten Bände von *Leonhard* und *Bronn*'s Jahrbuch, Ihre Zeitschrift und *Schultze*'s Archiv, von letzteren beiden erwarten wir demnächst sämmtliche Bände. Die Transactions der zoological und Linnean society, sowie einige Bände der Philosophical Transactions sind uns ebenfalls von London aus mitgegeben worden. Was sodann Specielleres anbelangt, so haben zunächst Prof. *Thomson*, *Moseley* und ich aus unsern Bibliotheken soviel Separatabdrücke als möglich über Anatomie und Entwickelung mariner Thiere und derjenigen der Oberflächenbewohner insbesondere beigesteuert und es ist dies wohl der vollständigste Theil der Bibliothek. Im Uebrigen ist von grösseren systematischen Werken Abstand genommen worden, doch sind in manchen Fällen Speciallisten für die zu besuchenden Inseln mit an Bord. So haben wir also die Mittel uns bis zu einem gewissen Grade über die zu erhaltenden Objecte zu orientiren, können übrigens, sobald wir eine wesentliche Lücke bemerken, stets Nachsendungen erhalten, wie wir denn Ihre und *Max Schultze*'s Zeitschrift, die Annals und Magazine Nature etc. stets, sobald eine neue Nummer erschienen ist, bekommen werden. Ich verfehle ferner hier nicht, die mir befreundeten Collegen in Deutschland zu bitten, solche Arbeiten, namentlich über marine Thiere, welche nicht in einer der genannten Zeitschriften erscheinen, unter meiner Adresse (H. M. S. Challenger) an die Admiralität nach London senden zu wollen, die dann die weitere Beförderung besorgt.

Was die Einrichtungen zum Fange von Thieren und zum Schleppnetzen anbelangt, so sind Sie durch *Wyville Thomson*'s eben erschienenes Buch, »the depths of the sea«, genügend über die Art des einzuhaltenden Verfahrens orientirt und wissen aus englischen und deutschen Zeitungsartikeln bereits, dass wir mit den besten und zweckmässigsten Einrichtungen versehen sind. Die Maschinerie arbeitet denn auch vorzüglich, um so mehr als Capitain *Nares* selbst sich der Sache auf's Energischste annimmt und meist selbst die Operationen leitet, wobei ihm dann Prof. *Thomson* mit seinem früher im Porcupine gewonnenen Erfahrungen zur Seite steht. Wir sitzen während der Zeit gewöhnlich im Laboratorium bis der Ruf erschallt: »the Dredge is up«! worauf wir denn mit unsern Pincetten auf die Mittelbrücke des oberen Decks eilen, um die Ernte in Empfang zu nehmen. Oft geschieht das bei Laternenschein, namentlich wenn in grossen Tiefen gedredgt wurde und wir nehmen dann am andern Morgen eine nochmalige Inspection des Schlammes oder der Netze mit ihren Quasten vor. Wir haben auf dem Wege nach Lissabon auch bei den grössesten Tiefen von 1000 bis 2500 Faden mit grossem Erfolge ein enormes oben an einem Balken befestigtes Fischnetz (trawl) auf Capitain *Nares* Vorschlag zum ersten Male angewandt und gefunden, dass dies von dem Schleppnetz manche Vortheile voraus hat. Letzteres nämlich bringt oft solche Quantitäten von Schlamm mit herauf, dass manche zartere Thiere dadurch nicht nur sehr beschmutzt, sondern auch zerdrückt werden, während das grosse Fischnetz die vom Boden abgehobenen Thiere und manche Fische im herrlichsten Erhaltungszustande heraufbringt. Letzteres bringt indessen weniger kleine Thiere und wird deshalb immer nur mit der Dredge zusammen zu verwenden sein, nie diese ganz ersetzen.

Was nun die erhaltene Beute anbelangt, so befinden sich darunter von Fischen u. a. Sternoptyx, Macrurus (2 Species) und Mora mediterranea. Sternoptyx ist, wie Sie wissen, auf italienischen Märkten nicht häufig, er wird nur gelegentlich von den Sardellenfischern mitgebracht. Ueber seine Lebensweise ist nichts bekannt, ich erwähne deshalb, dass ausser einem Exemplar, welches das Schleppnetz brachte, Mr. *Murray* ein lebendes an der Oberfläche erbeutete. Was Macrurus anbelangt, so steht die erhaltene Species (die auch bei den nordischen Tiefsee-Expeditionen erbeutet wurde) dem M. coelorhynchus sehr nahe. Es ist meines Wissens niemals hervorgehoben worden, in wie auffallender Weise diese Fische in ihren äusseren Formen sich den Chimaeren nähern. Der auf der Unterseite gelegene Mund, die stumpfe, mit Grübchen versehene und vorspringende Schnauze, die grossen Augen, der gezähnte Stachel der ersten Dorsale und der fadenförmig ausgezogene Schwanz, alles das erinnert weit mehr an Chimaera als an einen Teleostier, als welcher der Fisch allerdings sofort erscheint, wenn man die Kiemen, die Bezahnung und die Ctenoiden-Schuppen einer nähern Untersuchung unterzieht.

Was die Mora mediterranea anbelangt, so scheint sie gewöhnlich allerdings in grösseren Tiefen zu leben, denn unser Exemplar sowohl, wie mehrere, welche ich auf dem Fischmarkt von Madeira sah, zeigten stark vorgequollene Augen. Die Wirbellosen sind, wie Sie aus *Wyville Thomson*'s Buch ersehen haben werden, namentlich durch Echinodermen und Schwämme in höchst interessanten und zahlreichen Formen als Bewohner der grösseren Tiefen bekannt. Wir haben denn auch jetzt schon wieder eine grössere Zahl von *Thomsen's* Formen aufgefunden, unter denen ich ein der Calveria verwandtes Genus und den schönen Hymenaster besonders hervorheben will. Wahrscheinlich neue und zum Theil schön gefärbte Holothurien sind ebenfalls in grosser Zahl erbeutet. Von Schwämmen wurde an Portugals Südküste wieder Hyalonema und 90 geographische Meilen südwestlich vom Cap St. Vincent in 1090 Faden Tiefe Euplectella erbeutet; die also eine weit grössere Verbreitung besitzt, als man bisher angenommen hat. Unter den Würmern habe ich mehrere Anneliden aus den Gattungen Eteone, Syllis, Nereis, Onuphis, (conchilega), Glycera und Clymene genauer untersucht, finde aber bisher keine besonders auffallenden oder abweichenden Formen darunter. Ausser Anneliden habe ich nur einmal einen jungen Sipunculus erhalten, doch hoffe ich gerade unter den Gephyreen der Tiefe später noch manches Interessante zu finden.

Bryozoen kamen bisher nur spärlich zum Vorschein, darunter aber ist eine herrliche Form auf langen glashellen Stiel, welche Professor *Thomson* soeben beschrieben hat und von der Ihnen die Abbildung wohl demnächst zu Gesicht kommt.

Von Crustaceen erhielten wir einige Decapoden und Cirripedien, vor Allem aber einen 84 Mm. langen Amphipoden, dessen den ganzen Kopf auf seiner Oberseite einnehmende Augen nicht weniger als 20 Mm. lang und 26 Mm. breit sind. Das Thier ist vollkommen glashell, nur das Ovarium war rosafarben und eine durch chitinige Anhängsel an den Augenrändern hervorgebrachte Linie bräunlich. Die Brustfüsse sind sehr lang und dünn, nur die beiden ersten Paare sind hier zu Maxillarfüssen umgewandelt, mit Scheeren versehen und sehr verkürzt. Rechnet man diese zu den Brustfusspaaren, so sind deren im Ganzen sieben Paare vorhanden, an die sich drei Paare Abdominalfüsse anschliessen. Ich habe erst nicht recht gewusst, wo ich das Thier unterzubringen habe, da aber der Beziehungen zur Gattung Phronima gar viele sind, denke ich es jetzt als Repräsentanten einer eigenen Familie bei den Hyperinen unterzubringen, an die es auch dadurch erinnert, dass das Endglied des letzten Fusspaares, wie bei Phronima das des fünften, verdickt ist. Ueber das Nervensystem habe ich gute Aufschlüsse, Dank der durchsichtigen Beschaffenheit seiner Gewebe, erhalten und bin so im Stande mit Hülfe Herrn *Wild's*, unsers Künstlers, der mir sehr schöne Zeichnungen dazu angefertigt hat, eine ziemlich vollständige anatomische Beschreibung des Thieres zu geben, dem ich den Namen Thaumops pellucida beigelegt habe. Die

Eier trägt es ähnlich wie der Pycnogonide Nymphon am dritten (ersten) Brustfusspaare und die in jenen enthaltenen Embryonen zeigten, dass es keiner Metamorphose unterworfen ist, sondern dass sämmtliche Fusspaare sowohl wie die Fühler (deren, wie beim Weibchen von Phronima, nur ein Paar vorhanden ist) bereits im Embryo angelegt sind. Ob nun dies ein Bewohner des Grundes ist, worauf die langen schmächtigen Beine hindeuten, oder ob er, wie Phronima, ein pelagisches Leben führt, ist schwer zu entscheiden. Ich erhielt es durch das grosse Fischnetz, das auf einer Station südwestlich von Gibraltar aus einer Tiefe von 1090 Faden hervorgezogen wurde. Zum Schluss sei eines der schönsten Objecte erwähnt, die wir bisher erhielten: der Umbellularia. Wir hatten am 31. Januar das grosse Netz in eine Tiefe von 2125 Faden hinabgelassen und es war spät Abends, als es endlich wieder zum Vorschein kam und wir jenen herrlichen wohl an 3½ Fuss langen Polypen erblickten. Das ganze Thier — Stiel wie die an 1½ Zoll langen Polypen — phosphorescirte auf das Lebhafteste, selbst noch als das Thier in Weingeist gesteckt war und das von ihm ausstrahlende Licht konnte spectroskopisch untersucht werden. Sie wissen durch *Lovén*, dass *Lundahl* auf einer schwedischen Expedition des vorigen Jahres dieses seit *Ellis* Zeit nicht wiedergefundene Thier in der Baffinsbai heraufgebracht hat, und *Lovén*, den ich im October des vorigen Jahres in Kopenhagen kennen zu lernen das Vergnügen hatte, sagte mir, dass er die Umbellularia eingehender bearbeiten werde. Vielleicht können wir später noch mehr Material liefern, und so ist zu hoffen, dass wir über dies so lange räthselhaft gebliebene Thier bald nähere Aufschlüsse erhalten werden.

Soweit über Tiefseethiere.

Während die Arbeiten des Schleppnetzes auf dem oberen Deck vor sich gehen, das Schiff also stille liegt, setzen wir oft Böte aus, von denen dann mit den kleinen Netzen gefischt wird und die uns die herrlichsten Sachen an Bord bringen. Heteropoden und lebende Pteropoden, Siphonophoren und Medusen in ihrer ganzen Pracht sind oft in grösster Menge im Laboratorium, und man weiss nicht, wo man zu arbeiten anfangen soll, zumal auch der feine Auftrieb soviel Anziehendes enthält. Die herrlichen Sapphirinen (Sapphirina Edwardsii, S. sp.? und Copilia) habe ich erst jetzt in natura beobachten können, auch Phronima in und ausser ihrem Häuschen gefangen und täglich, wenn wir langsam genug fahren und das feine Netz eingezogen wird, giebt es neue Dinge, die nach und nach an der Oberfläche auftreten. Von Cephalopoden wurde bisher nur der Mantel eines Loligopsis aufgefischt, von Würmern Tomopteris nur einmal, Alciope noch gar nicht, und es ist mir aufgefallen, dass weder Wurm- noch Echinodermenlarven und ebensowenig Cyphonautes bisher angetroffen wurden.

Die Stationen, welche wir bisher machten, waren Lissabon, Gibraltar und Funchal. In Lissabon wurden wir von Professor *Barbosa du Bocage* durch die schöne Sammlung von Wirbelthieren geführt, die namentlich interessante Plagiostomen (Haie und eine Chimaera) enthält, die die Fischer aus Tiefen von 3—500 Faden an der Küste von Setubal zu fangen pflegen und die, wie sich herausgestellt hat, zum grössten Theil neu waren. Es ist dies dieselbe Localität, wo man auch Hyalonema gefischt hat. In Gibraltar besuchte ich täglich den Fischmarkt, der indessen nicht sehr reich war. Interessanter war dieser hier in Madeira, wo bereits viele neue Formen auftreten, die mir von den italienischen Märkten her nicht bekannt waren. Wir bleiben hier so kurze Zeit, dass an eine weitere Erforschung der Insel unsererseits nicht zu denken ist, haben indessen bereits in dieser so viele Beweise von Gastfreundlichkeit erhalten, dass wir uns schon jetzt darauf freuen im Juni das herrliche Funchal wiedersehen zu können.

Fig. 1.

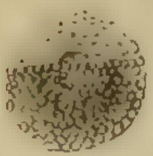


Fig. 2.

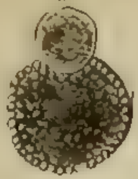


Fig. 3.

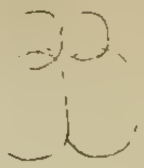


Fig. 4.

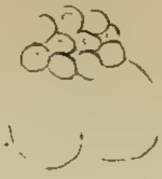


Fig. 5.

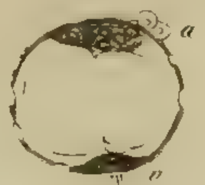


Fig. 6.

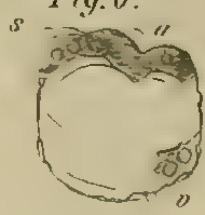


Fig. 7.

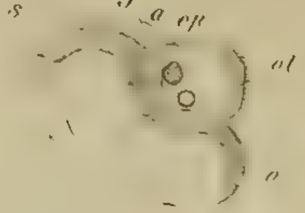


Fig. 8.

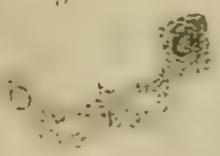


Fig. 9.

Fig. 10.

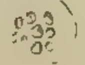


Fig. 11. a

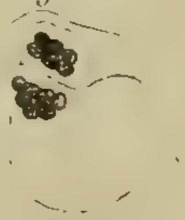


Fig. 11. b

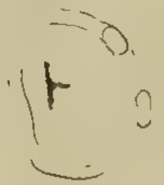


Fig. 12.

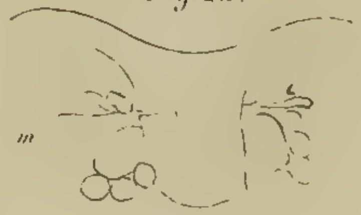


Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

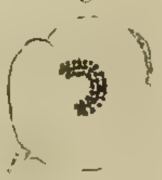


Fig. 16.

Fig. 17.

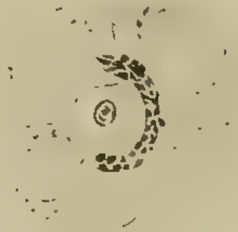


Fig. 18.

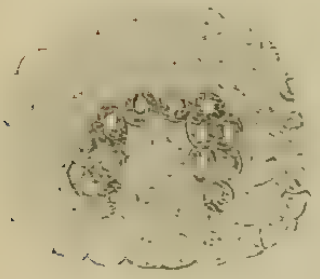


Fig. 19.

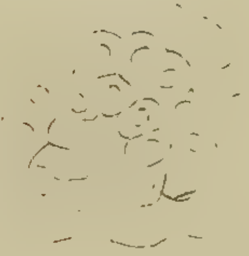


Fig. 20.

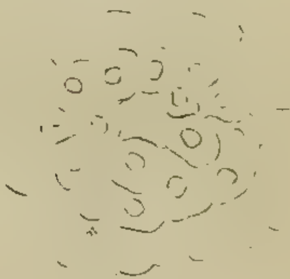


Fig. 21.

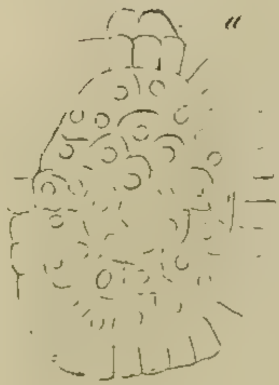


Fig. 22.

Fig. 23.

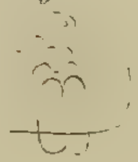


Fig. 24.

Fig. 25.

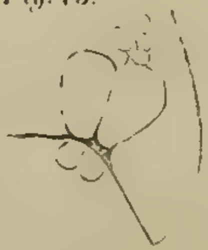


Fig. 26.

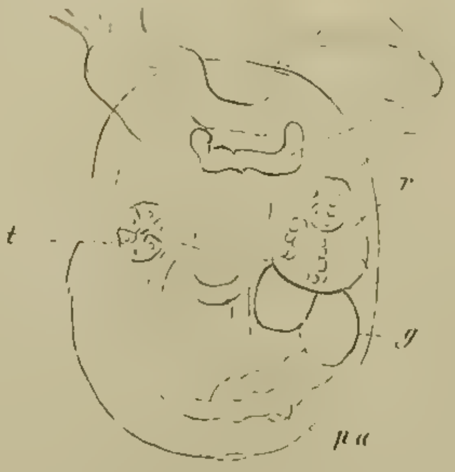
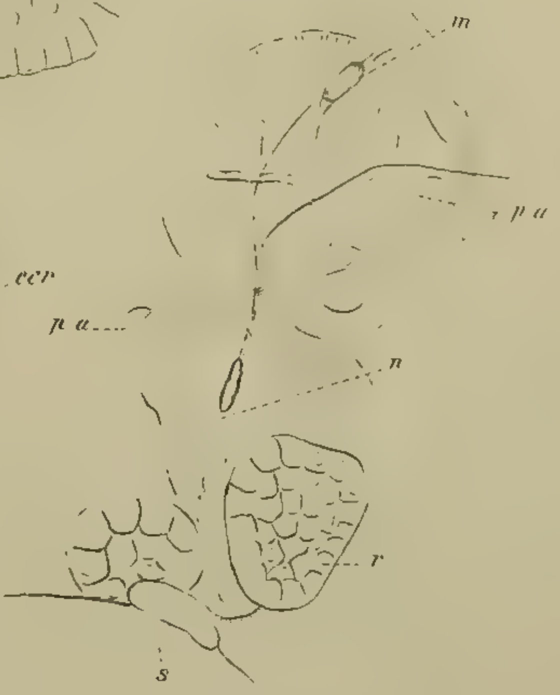
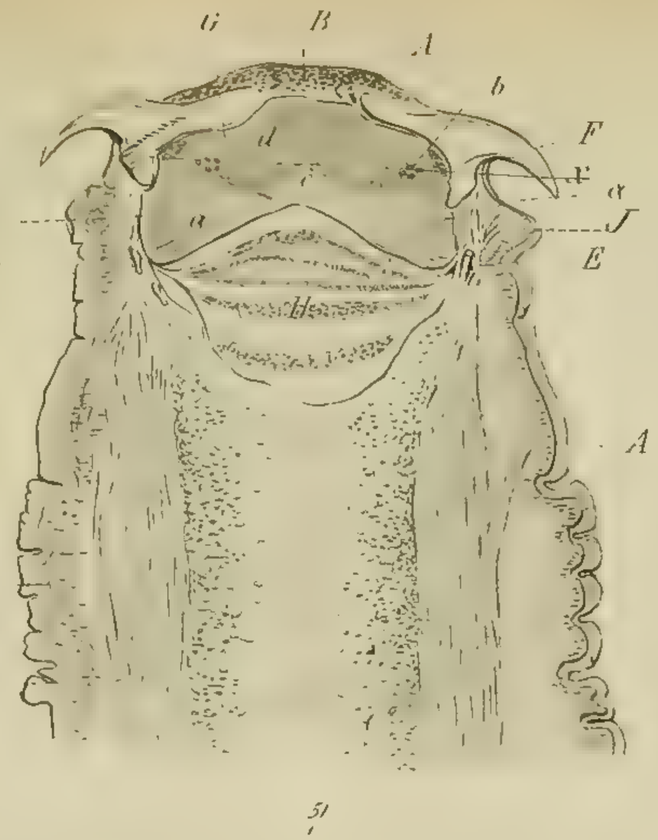

cer
p a
r
t
g
p a

Fig. 27.

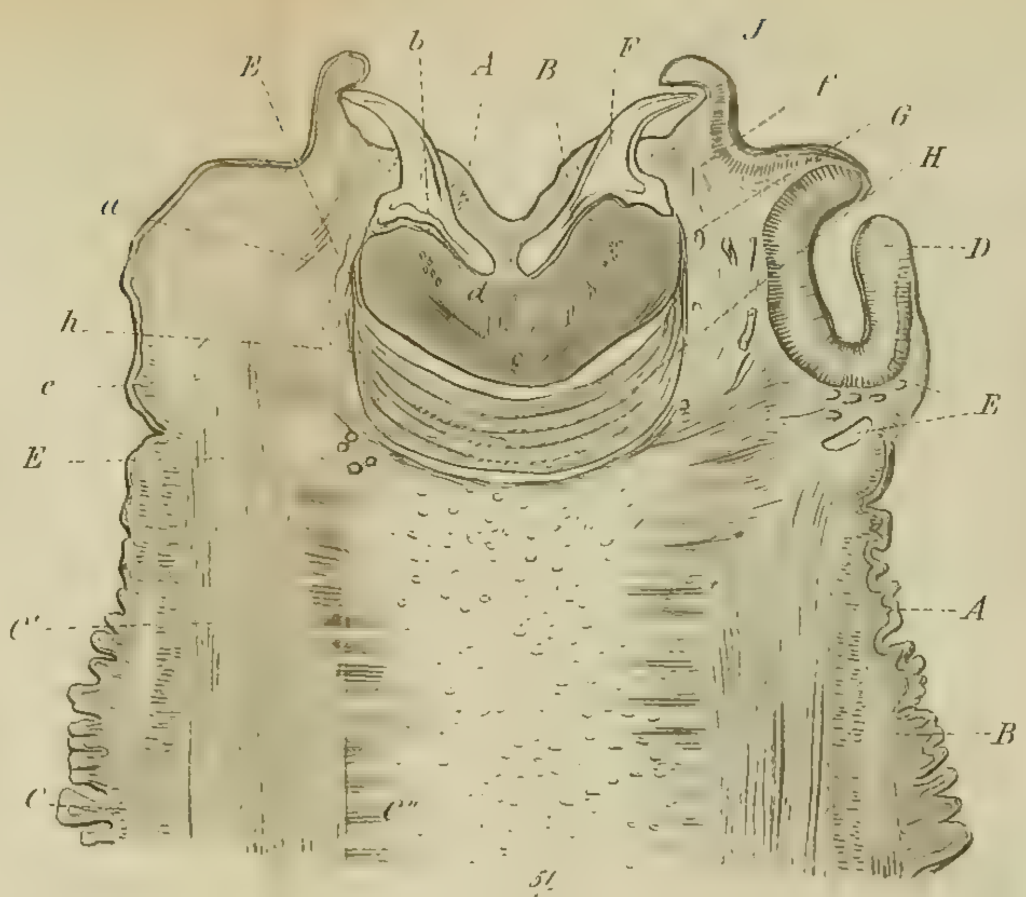


[illegible]

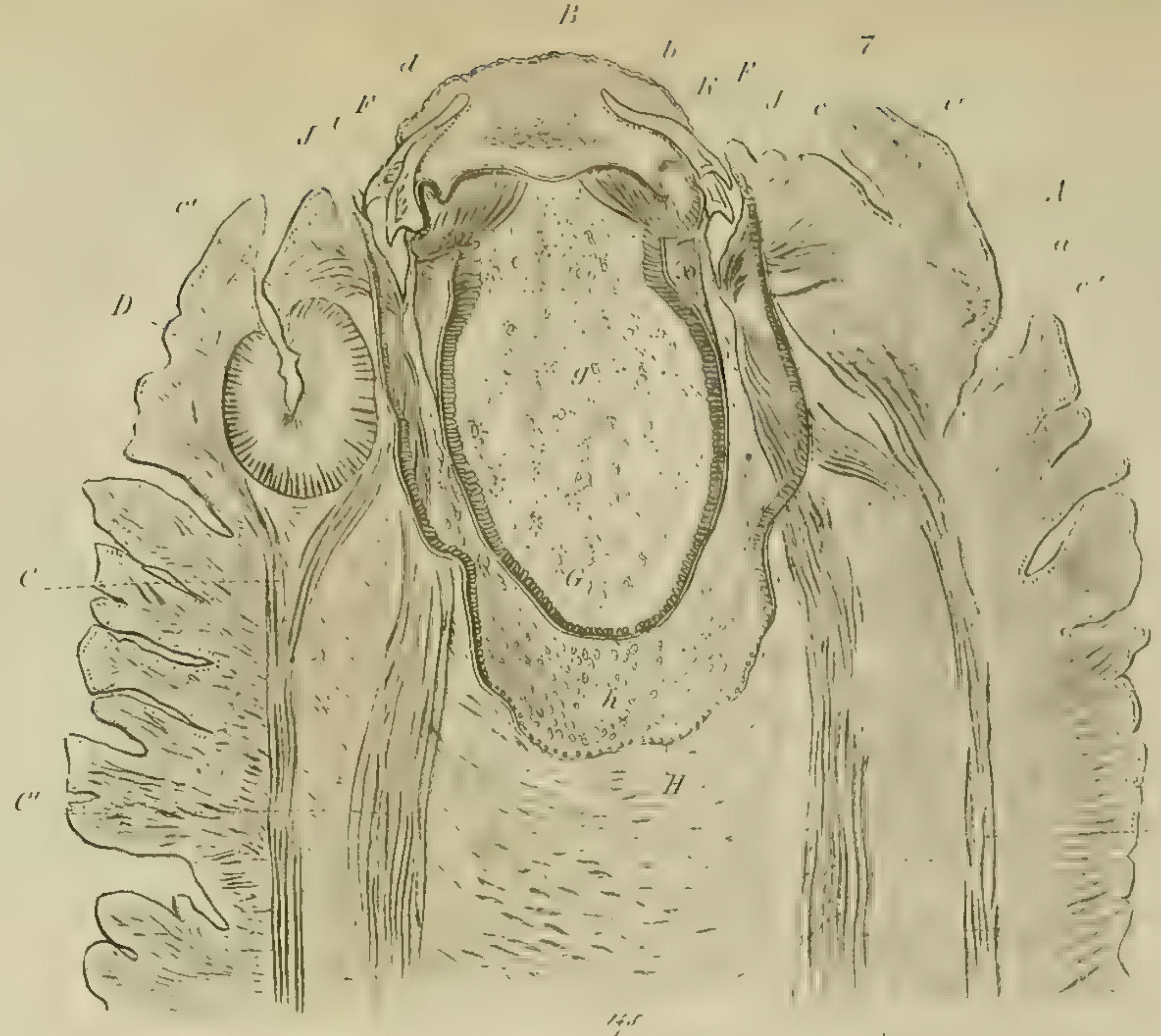
1


G
B
A
b
F
a
h
E
d
c
a
J
E
H
A
C
C''
51/1

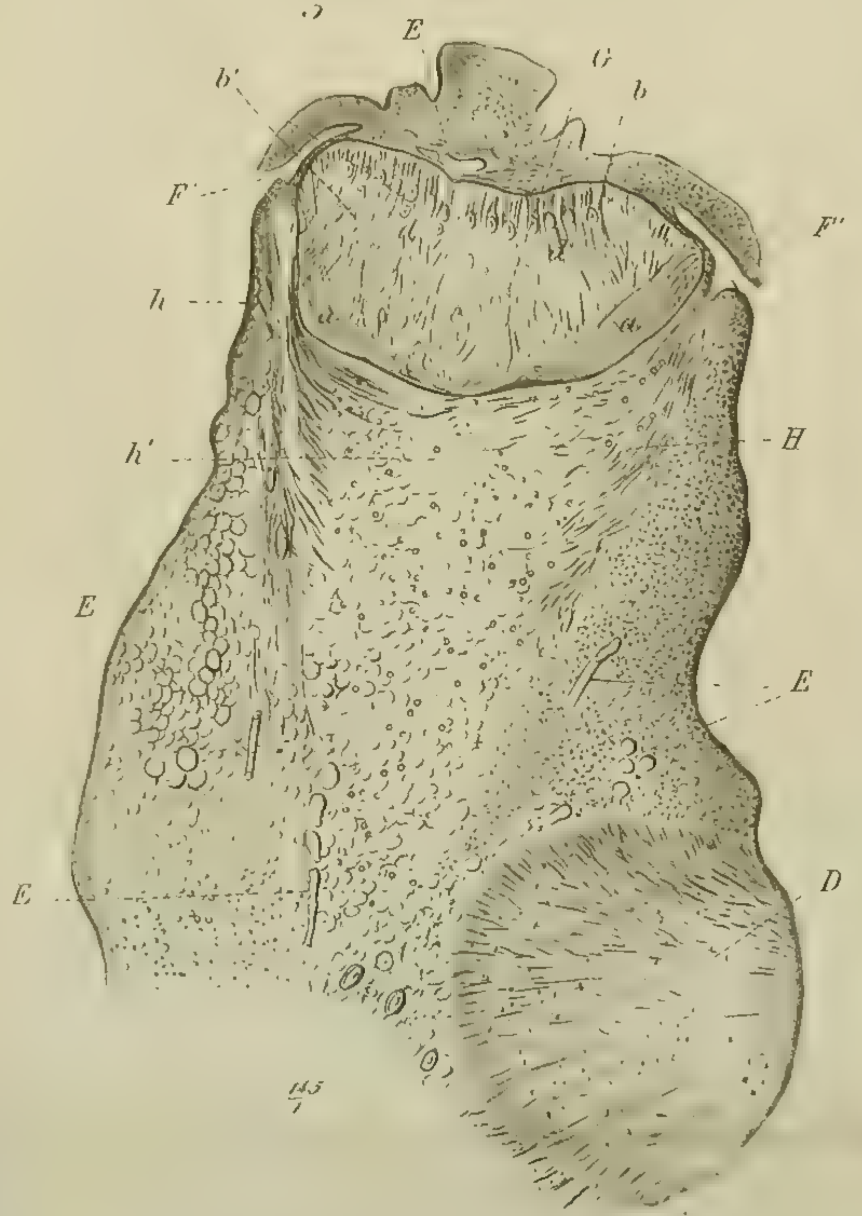
2


E
b
A
B
F
J
f
G
H
D
a
h
c
E
d
E
A
C''
B
C
C''
51/1

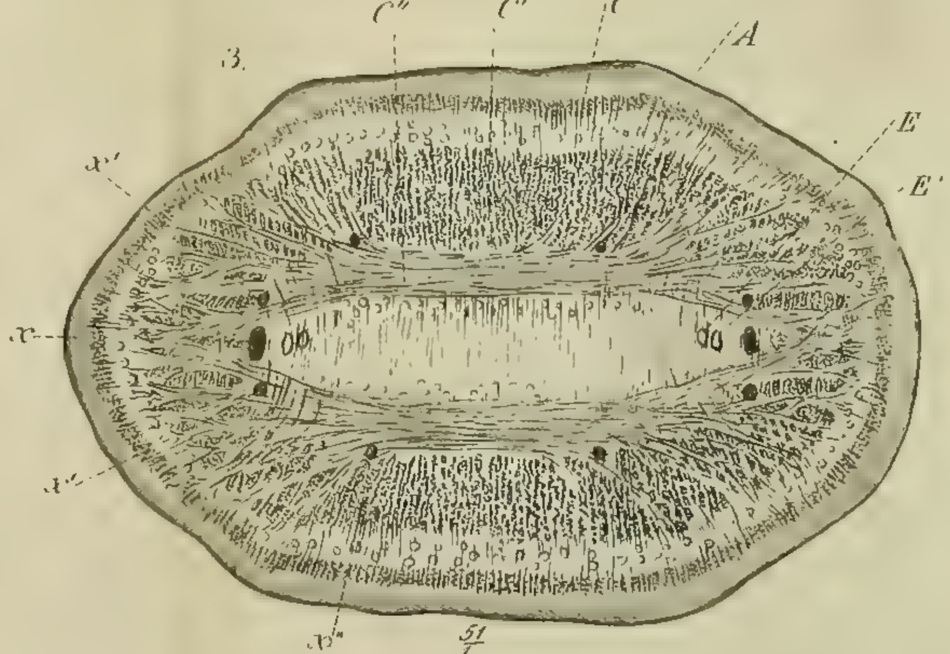
7


B
d
b
F
J
c
c'
J
F
E
A
c''
a
c'
D
g
C
G
h
C''
H
C
C''
145/1

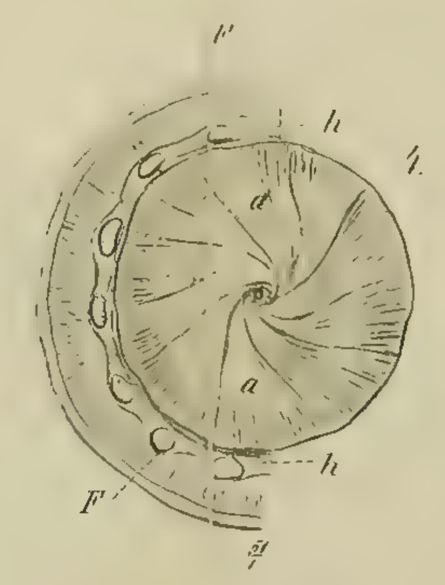
5


E
G
b'
b
F
F'
h
a
h'
H
E
E
E
D
145/1

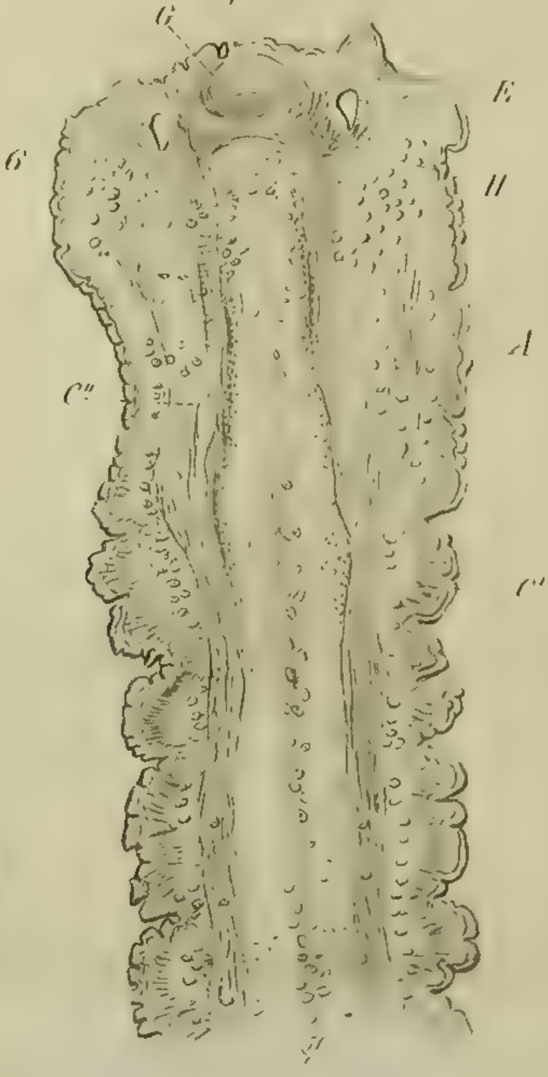
3.


C''
C''
C
A
E
E'
x'
x
x''
x'
51/1

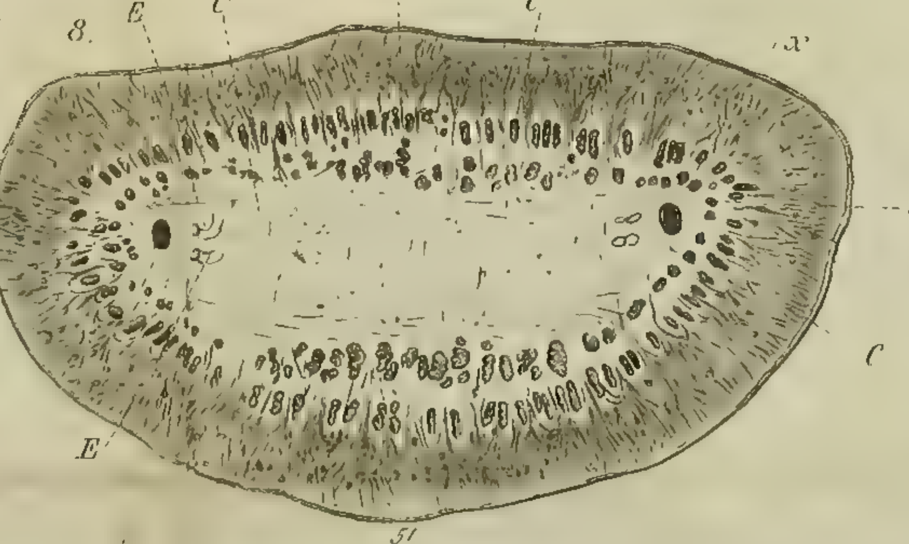
4.



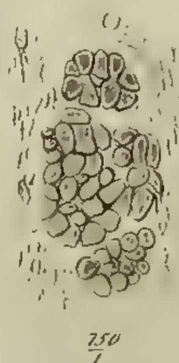
6


G
f
E
H
A
C''
C''
51/1

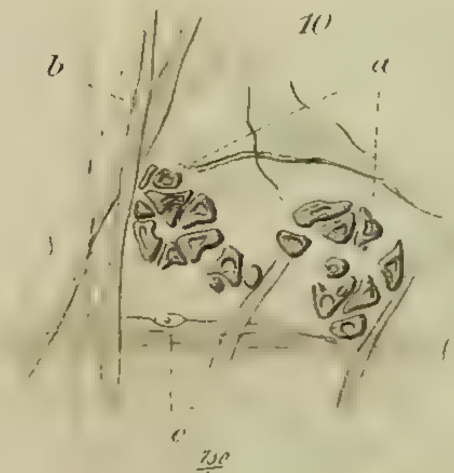
8.


E
C''
C'
C
x'
C'
C
E'
51/1

9



10



BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXIII.

Taf. X.

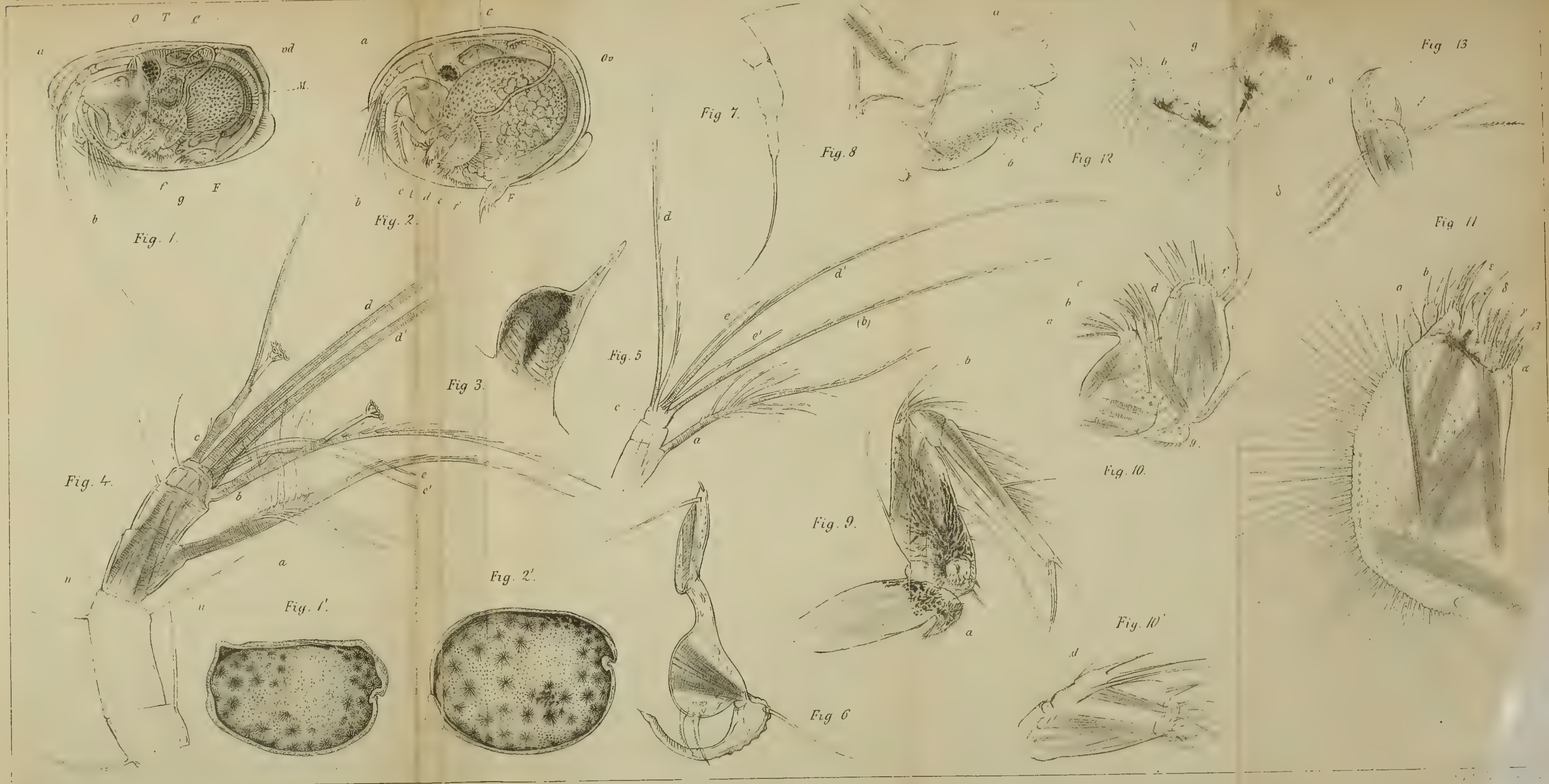


Fig. 1.
o
T
c
a
vd
M.
f
g
F
b
Fig. 2.
c
a
Ov
b
c
l
d
e
f
F
Fig. 1'.
Fig. 2'.
Fig 3.
Fig. 4.
a
b
c
d
d'
e
e'
n
Fig. 5
a
(b)
c
d
d'
e
e'
Fig 6
Fig 7.
Fig. 8
a
b
c
c'
Fig. 9.
a
b
Fig. 10.
a
b
c
d
f'
g
Fig. 10'
d
Fig 11
a
b
ε
δ
γ
β
α
Fig 12
g
b
a
Fig 13

C. Claus und Peters del.

Fig. 14.

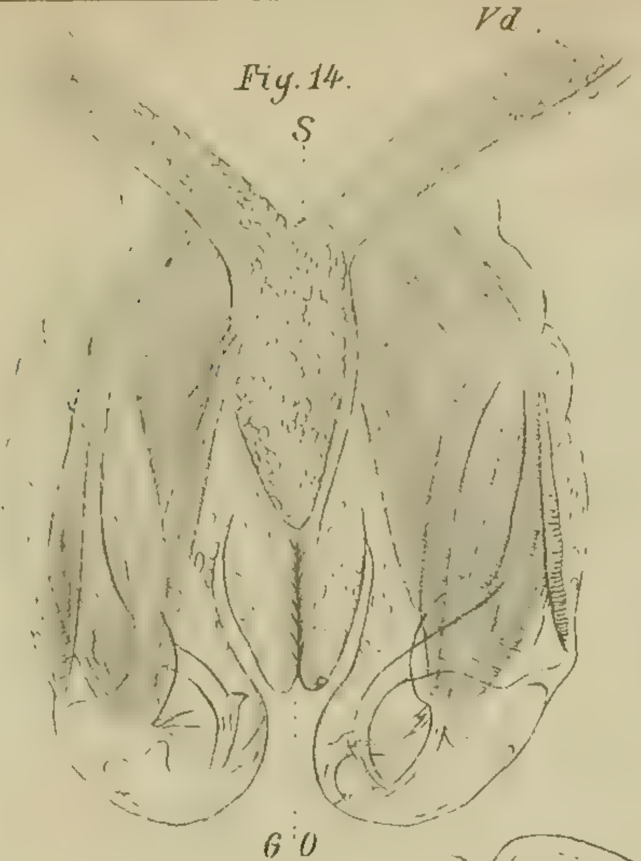


Fig. 16.

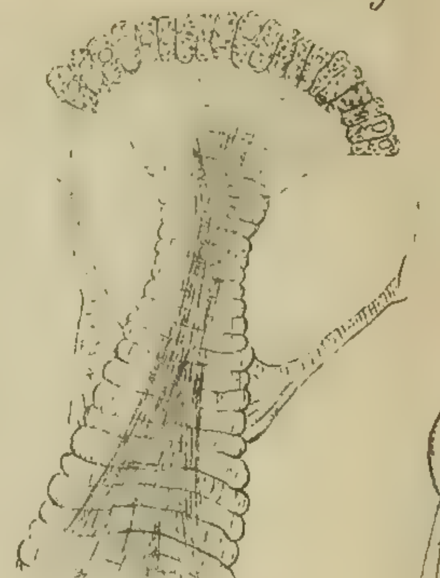


Fig. 20.

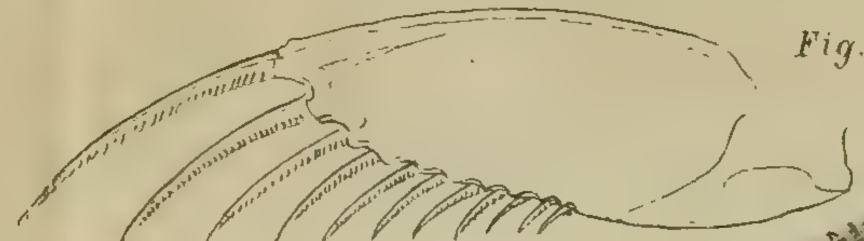


Fig. 21.

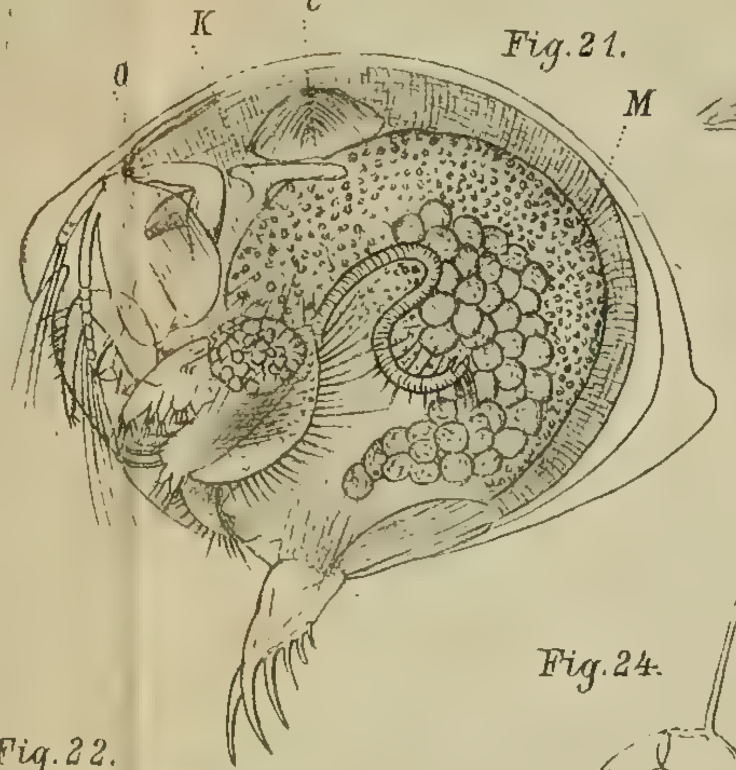


Fig. 25.

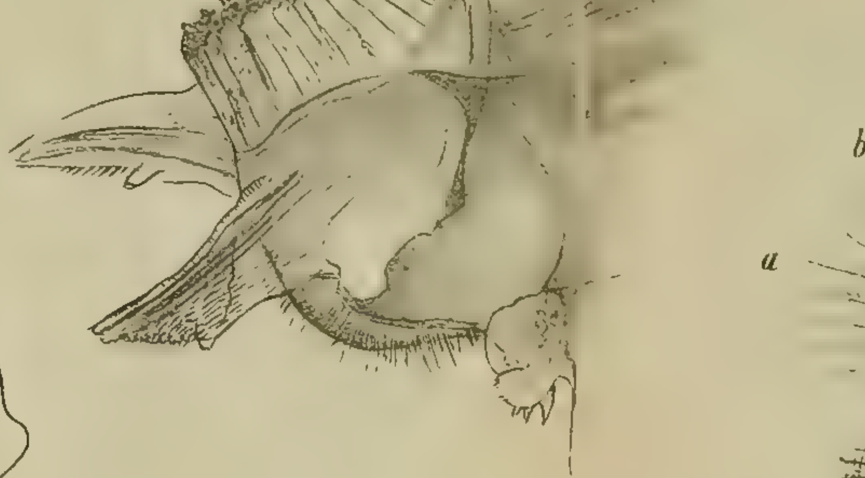


Fig. 27.

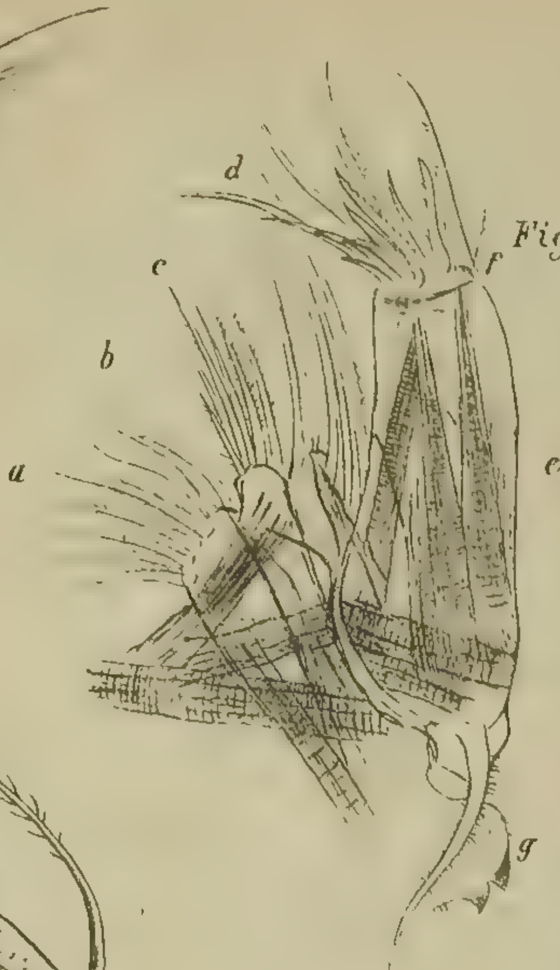


Fig. 28.

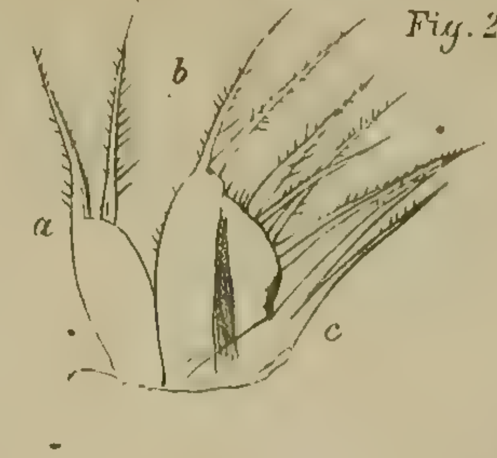


Fig. 17.

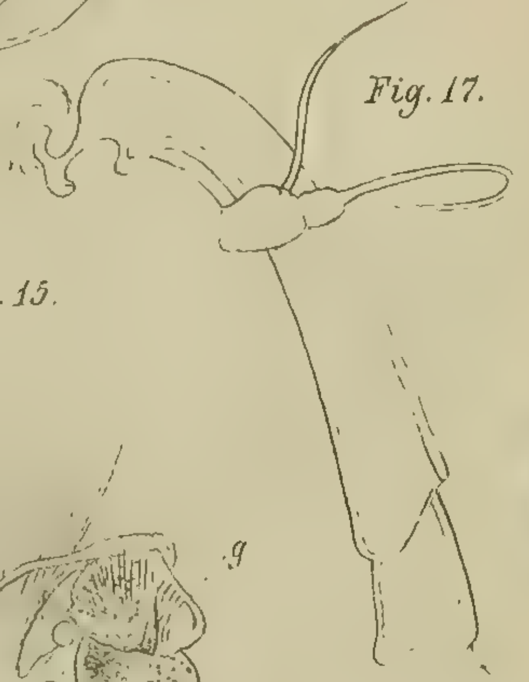


Fig. 24.

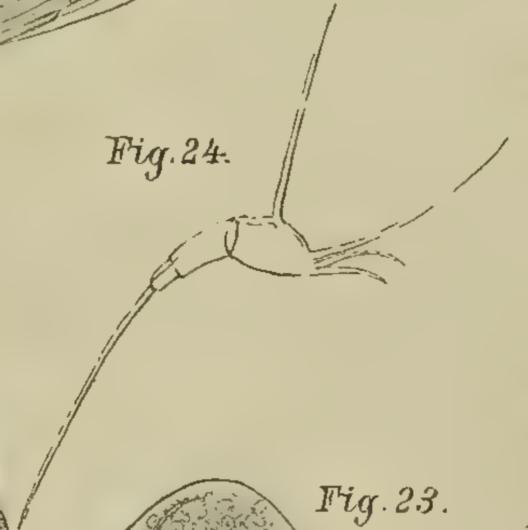


Fig. 29.

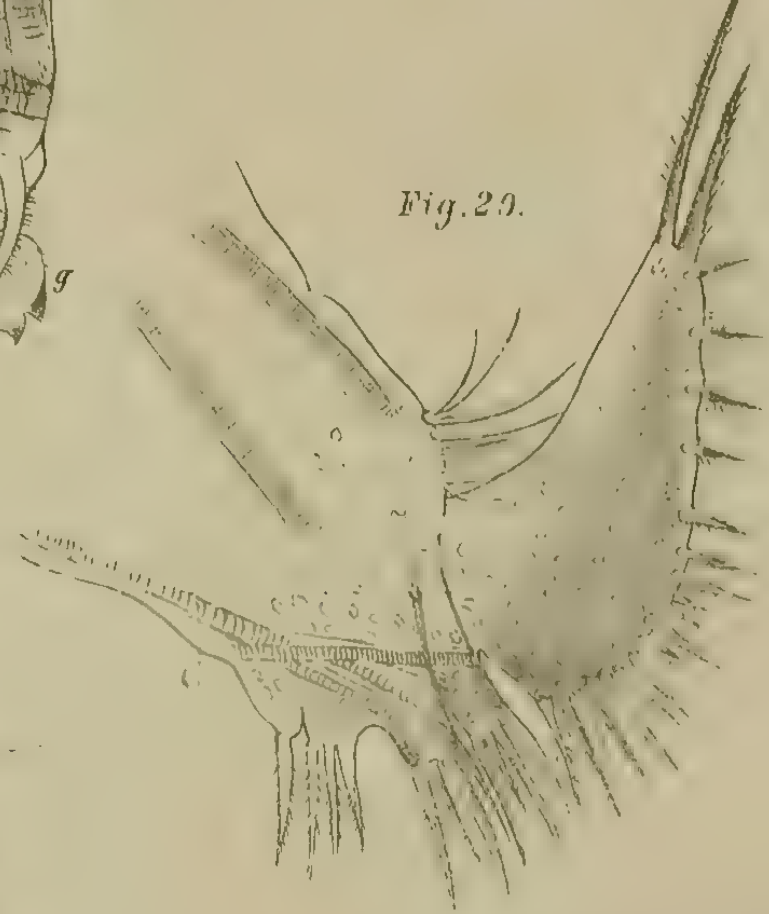


Fig. 15.

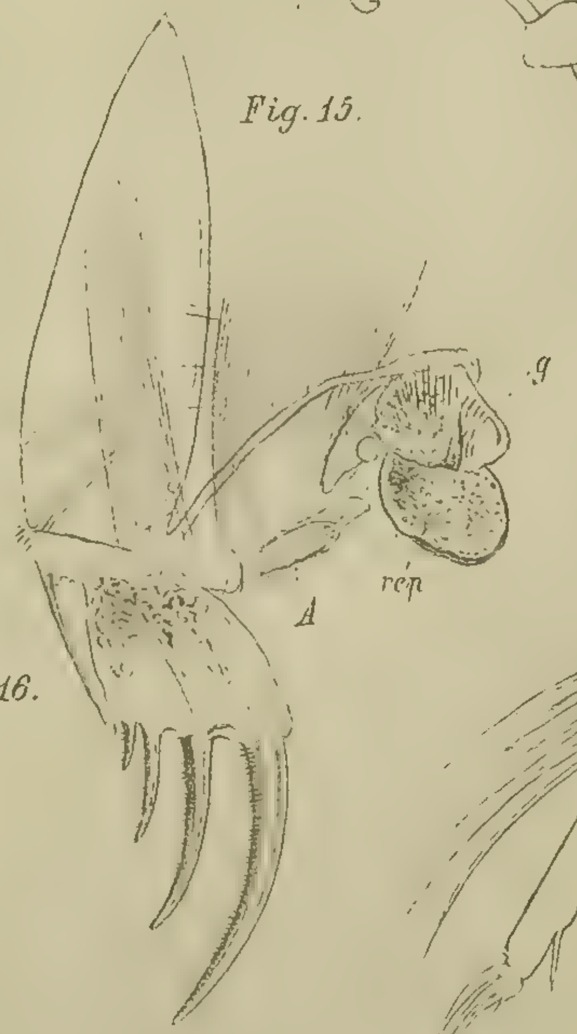


Fig. 16.

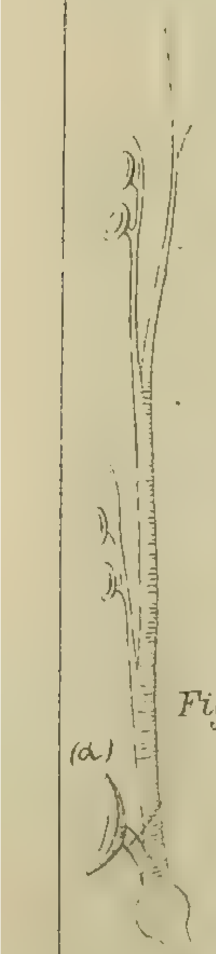


Fig. 22.

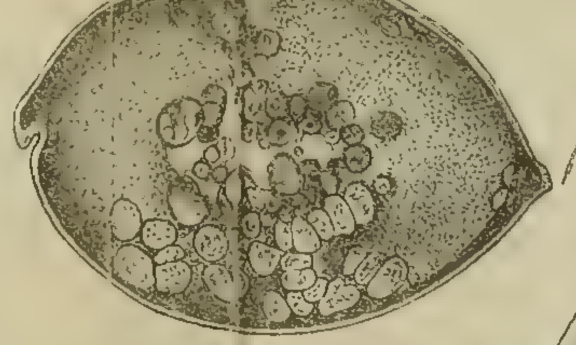


Fig. 26.

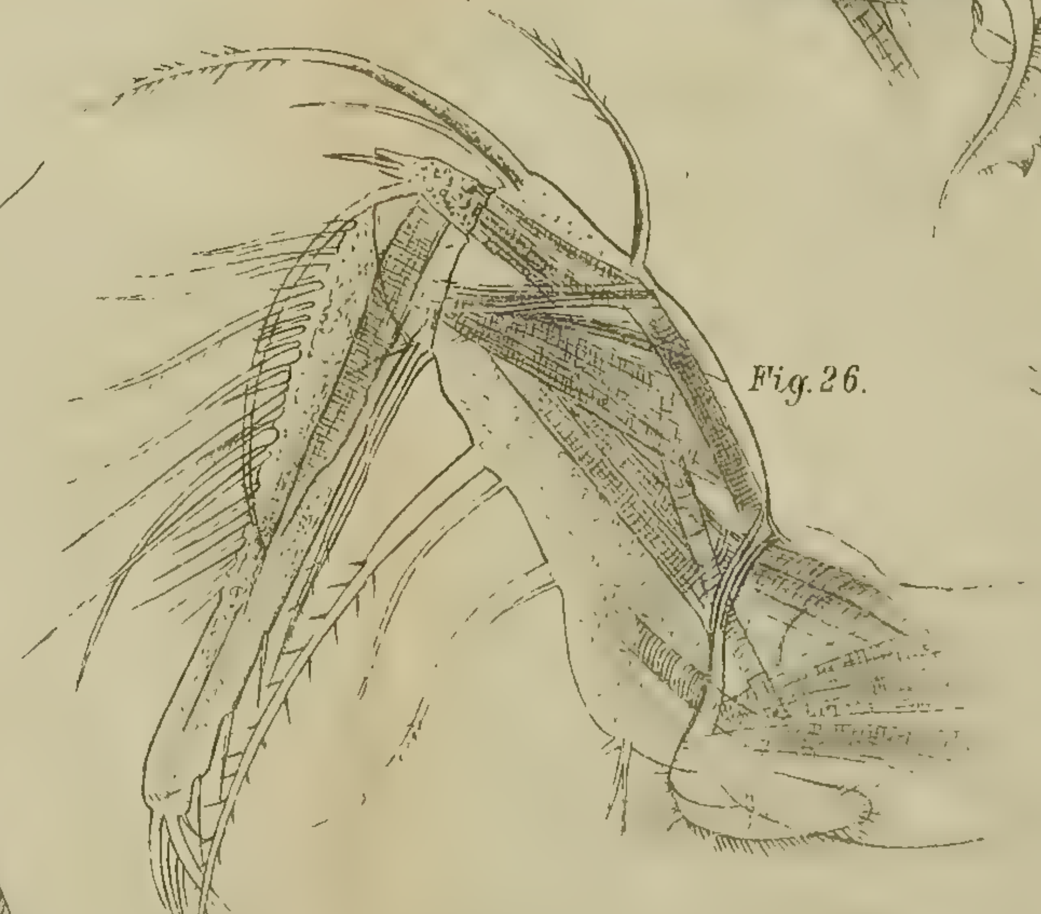


Fig. 23.

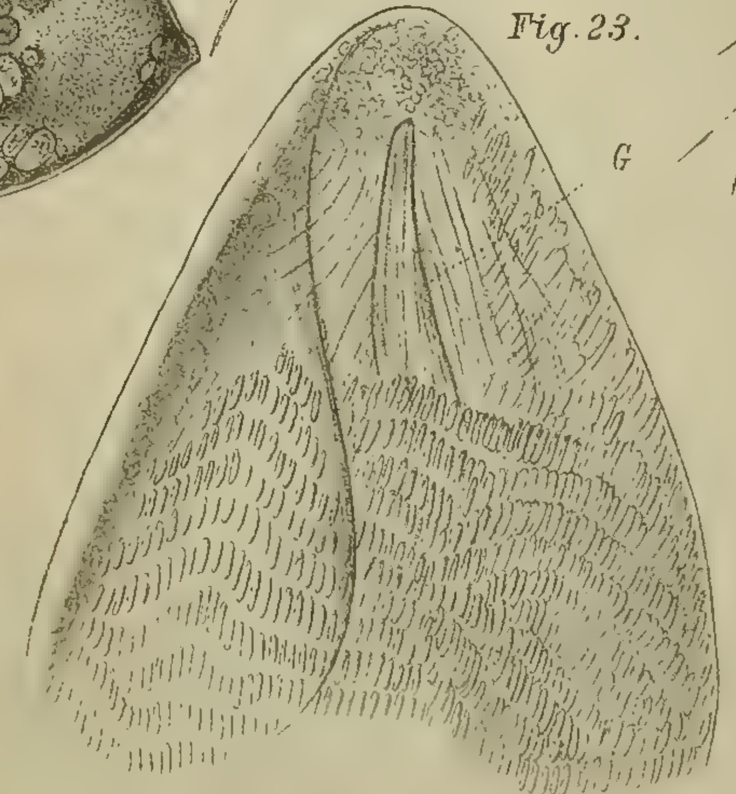


Fig. 18.

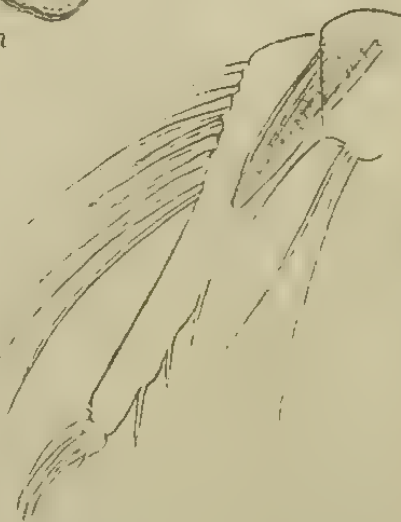


Fig. 19.

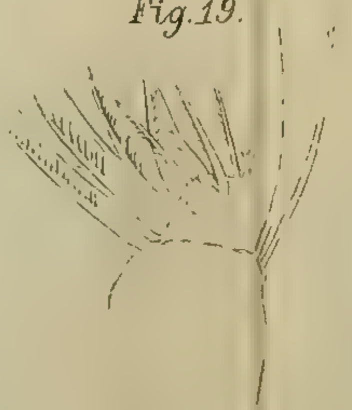


Fig. 30.

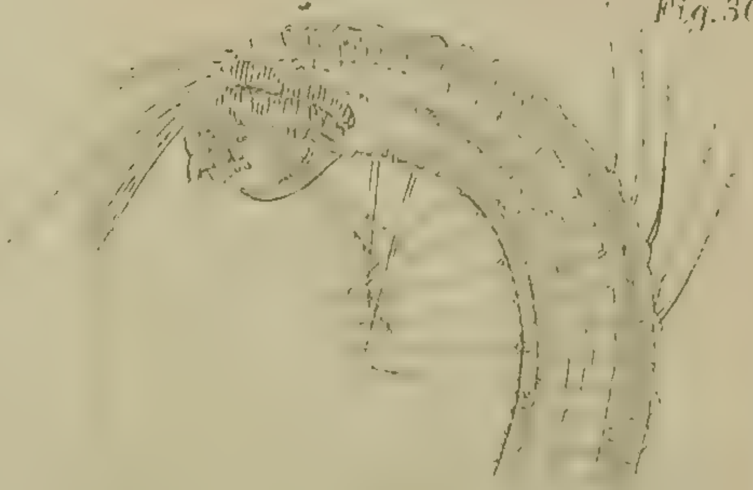
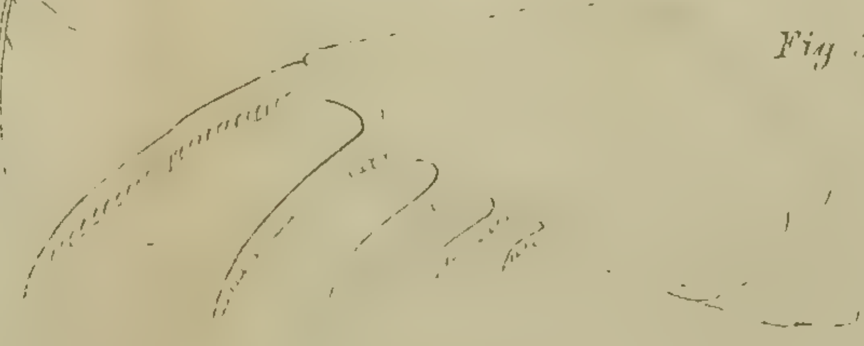


Fig. 31.



C. Claus und Peters del.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

Fig. 1.

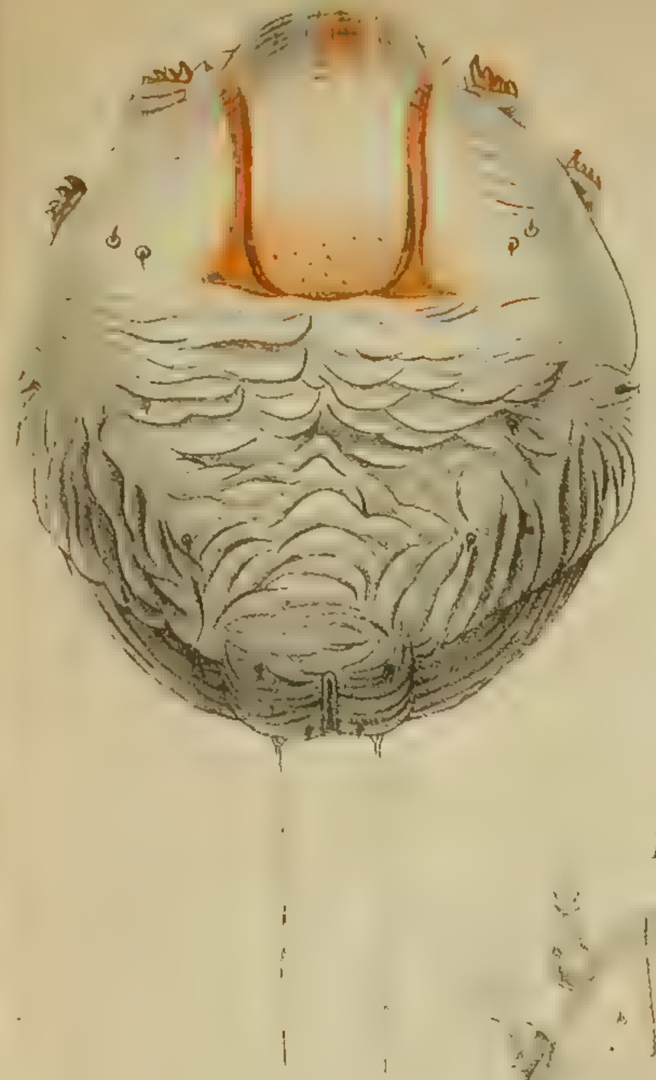


Fig. 3.

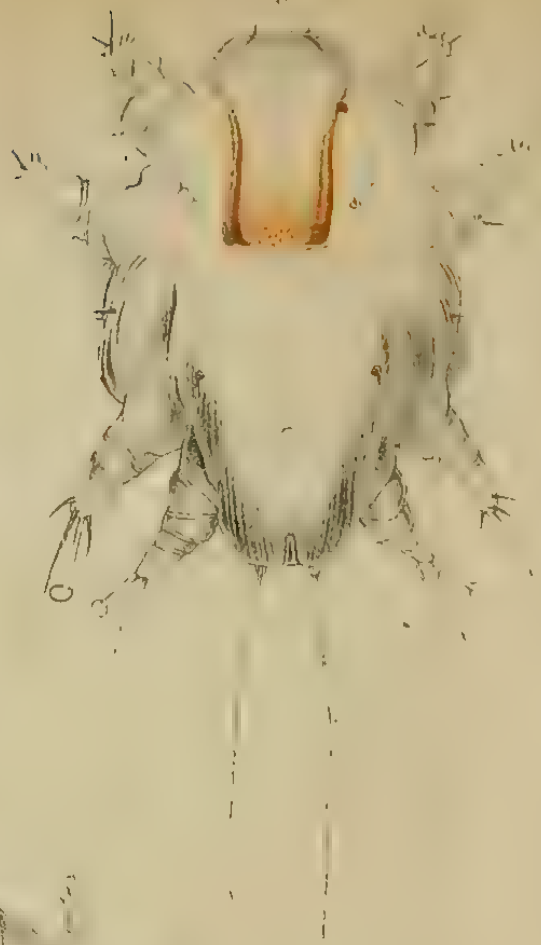


Fig. 4.

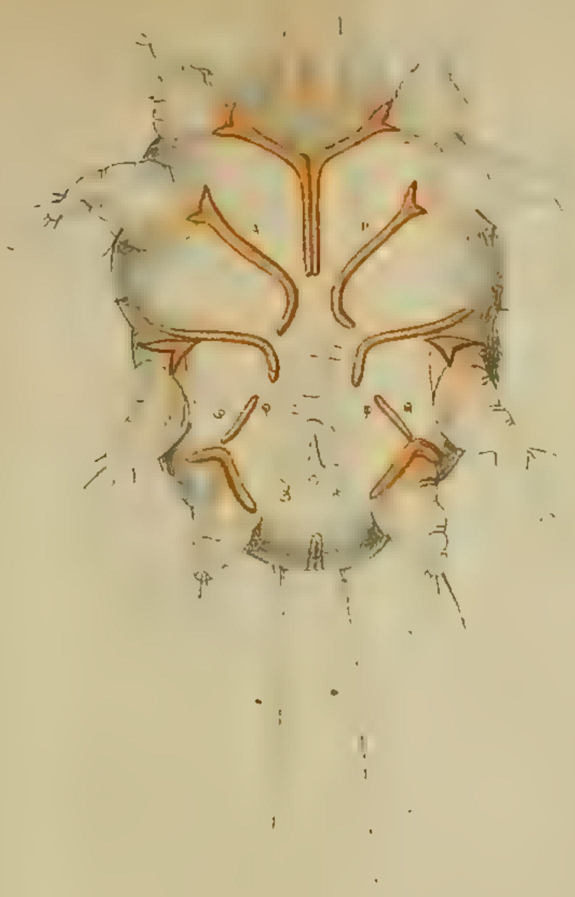


Fig. 2.

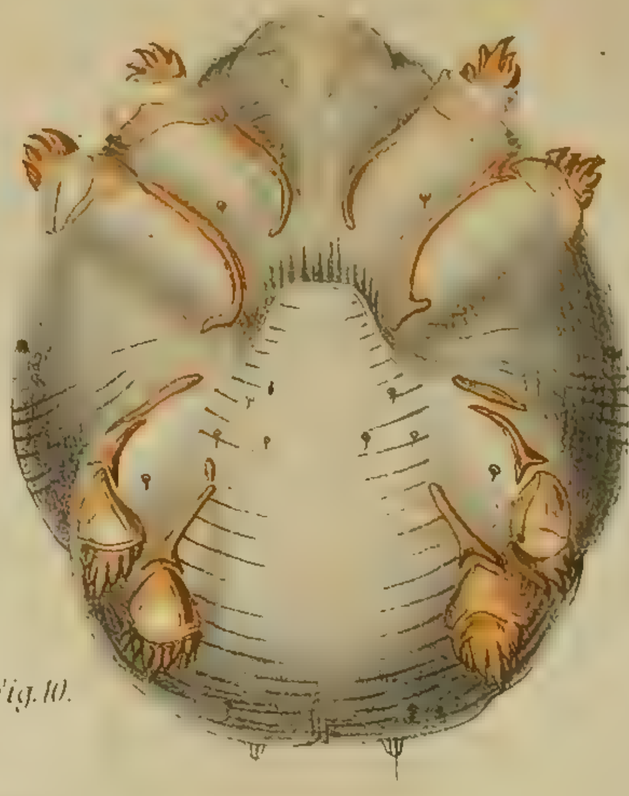


Fig. 10.

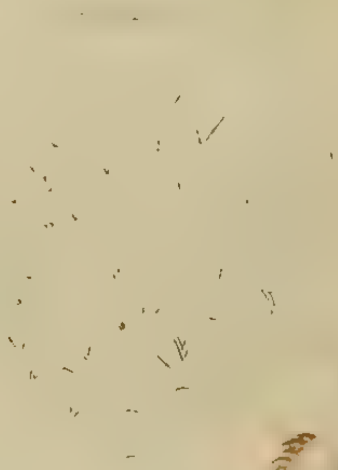


Fig. 5.

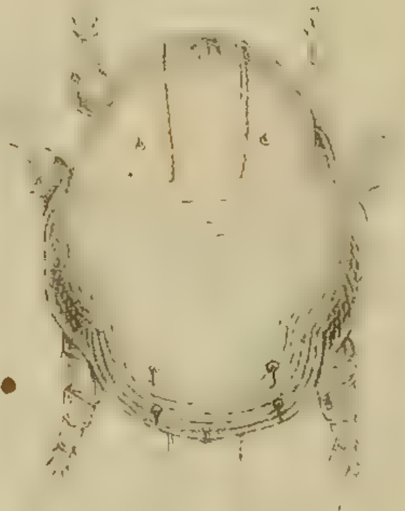


Fig. 6.

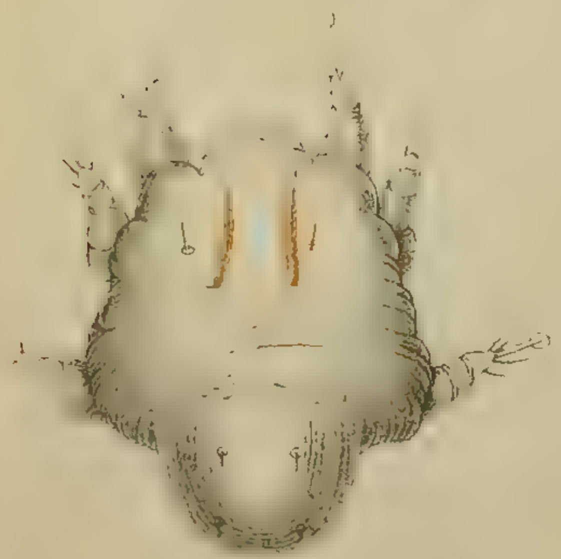


Fig. 7.

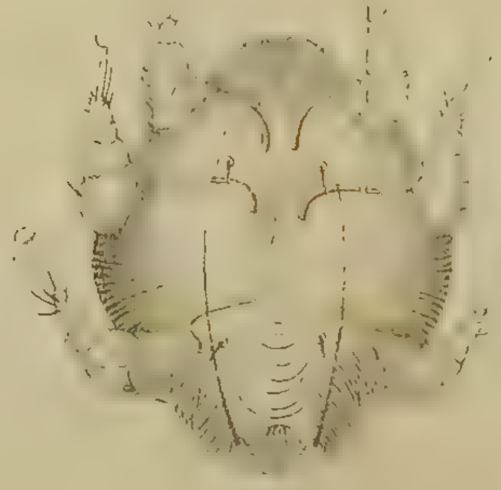


Fig. 8.

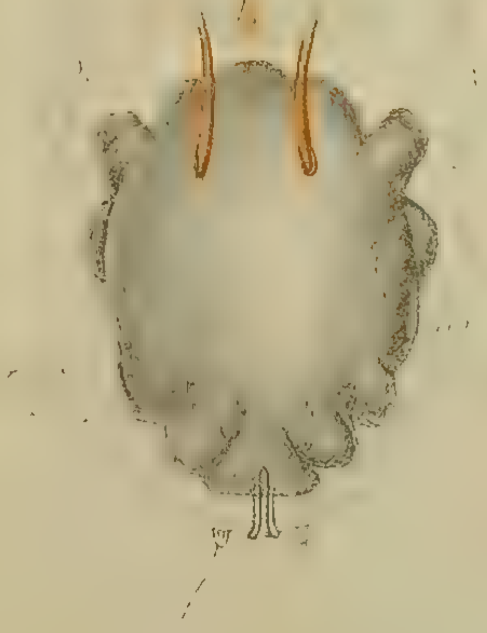
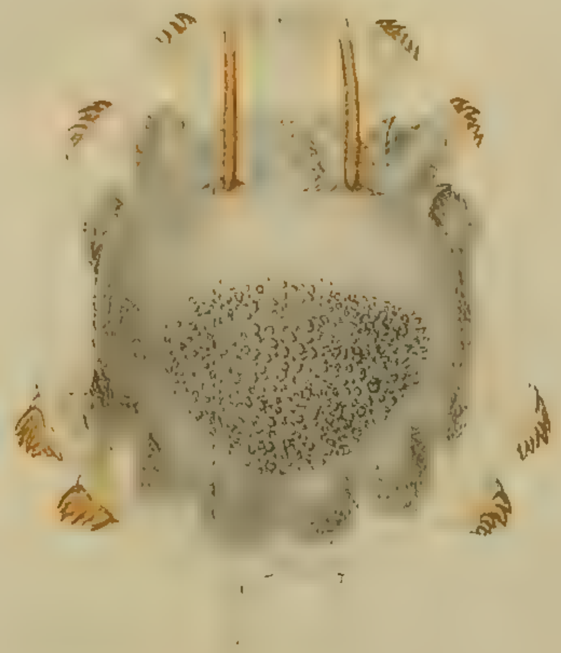


Fig. 9.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

BRITISH MUSEUM
2
NATURAL

Fig. 1.

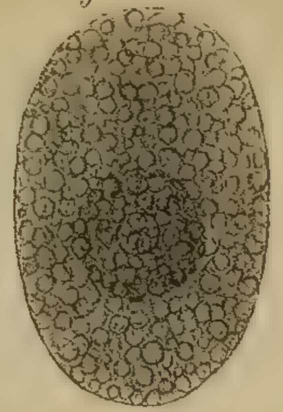


Fig. 2.

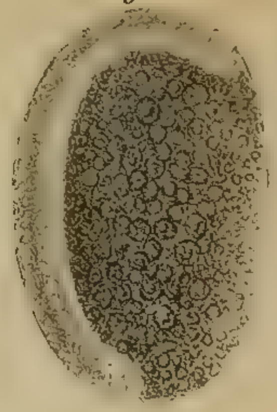


Fig. 3.

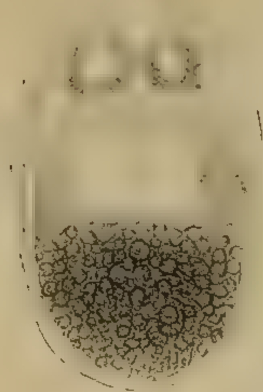


Fig. 4.

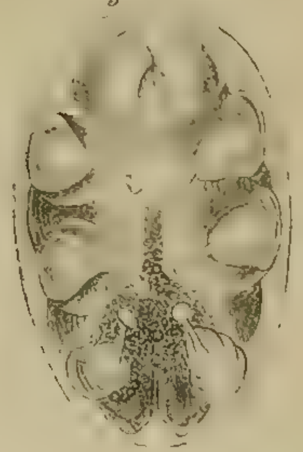


Fig. 5.

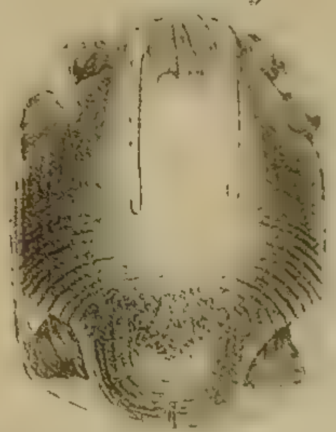


Fig. 6.

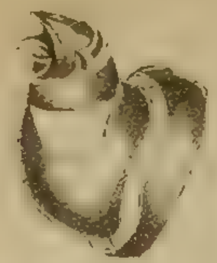


Fig. 7.

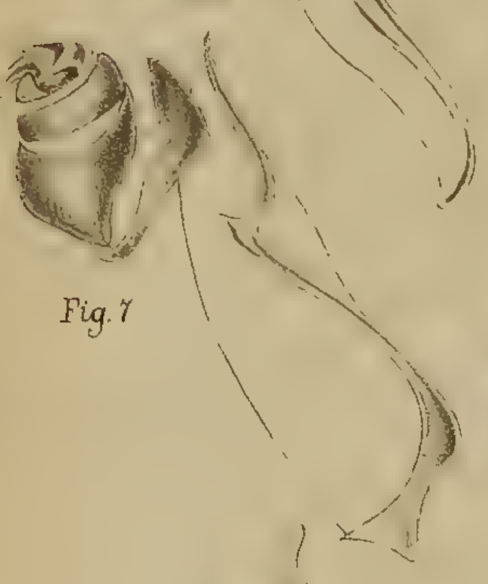


Fig. 11.

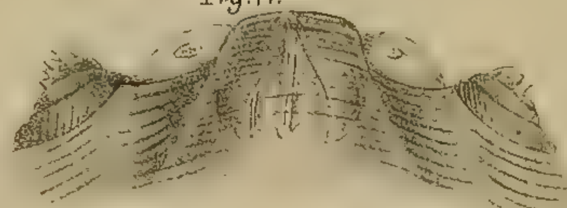


Fig. 12.

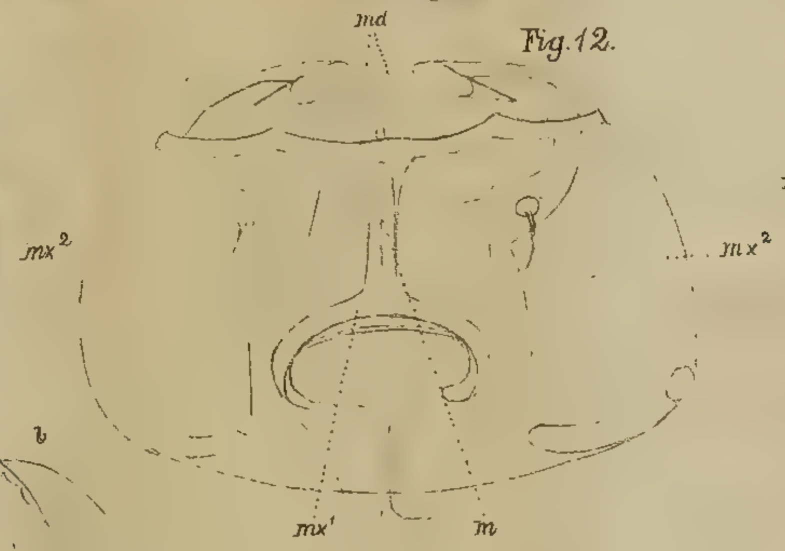

md
mx²
mx²
mx¹
m

Fig. 13.

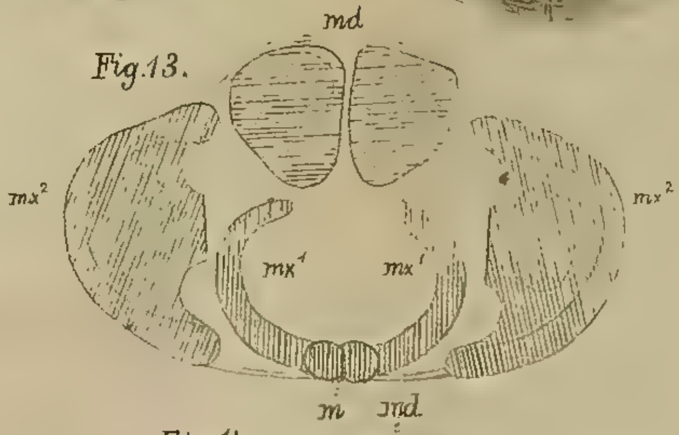

md
mx²
mx²
mx¹
mx¹
m
md

Fig. 14.

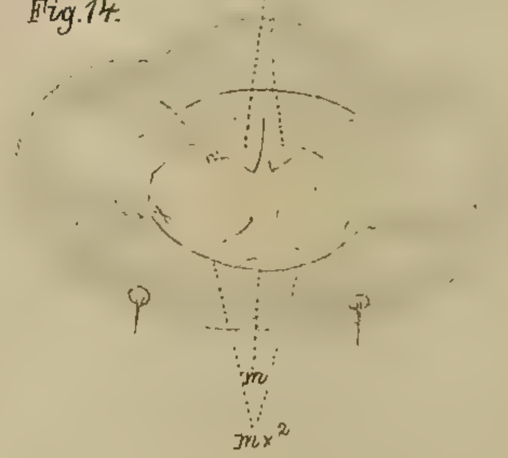


Fig. 15.

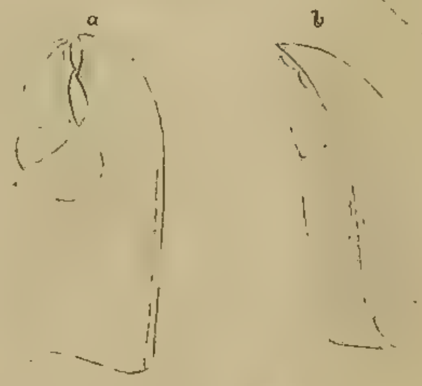


Fig. 8.

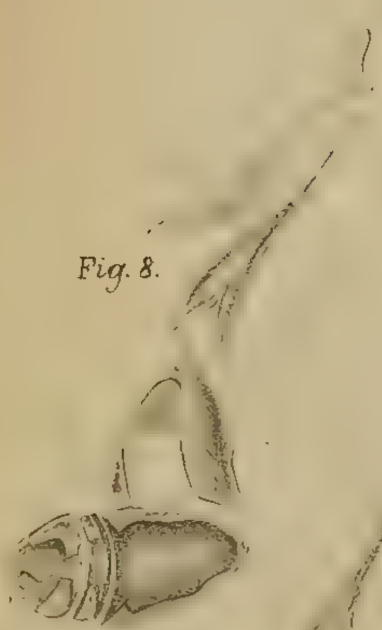


Fig. 10.

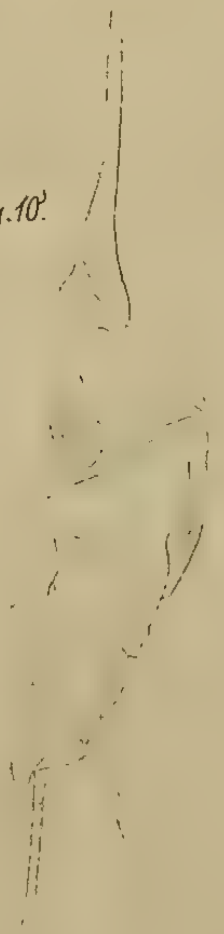


Fig. 16.

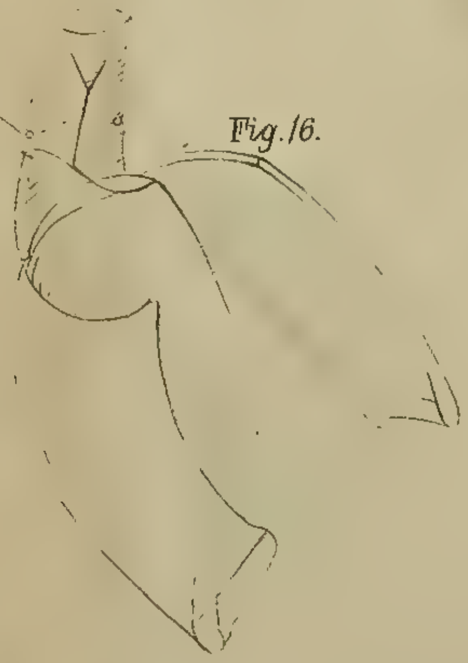


Fig. 17.

Fig. 18.

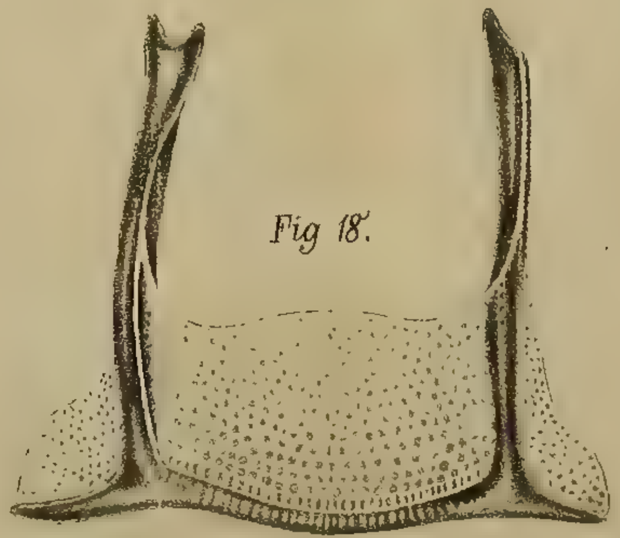
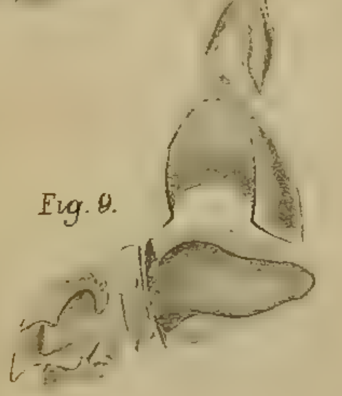


Fig. 9.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

[illegible]

Fig 1

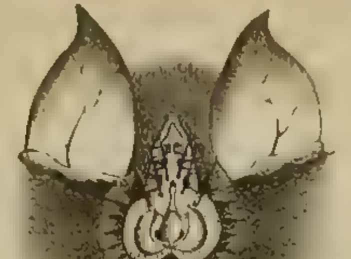


Fig 2.

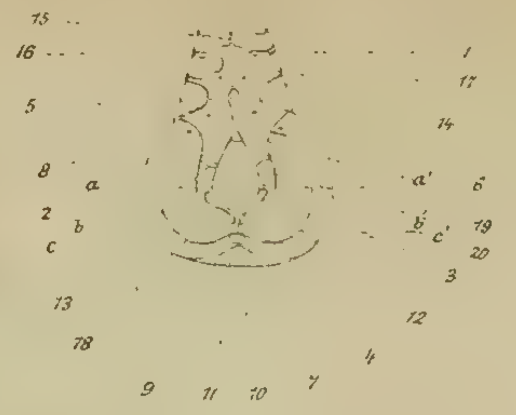

15
16
5
8
a
2
b
c
13
18
9
11
10
7
1
17
14
a'
6
b'
c'
19
20
3
12
4

Fig. 4.

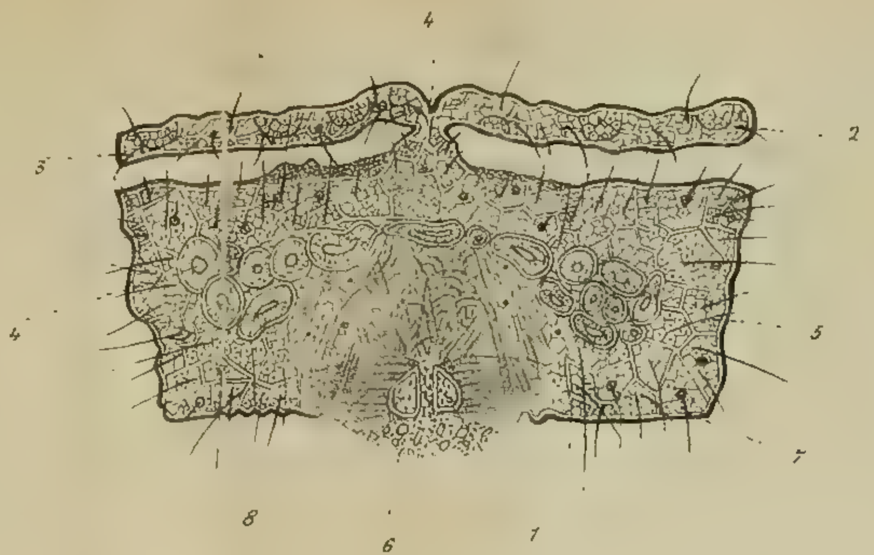


Fig 6

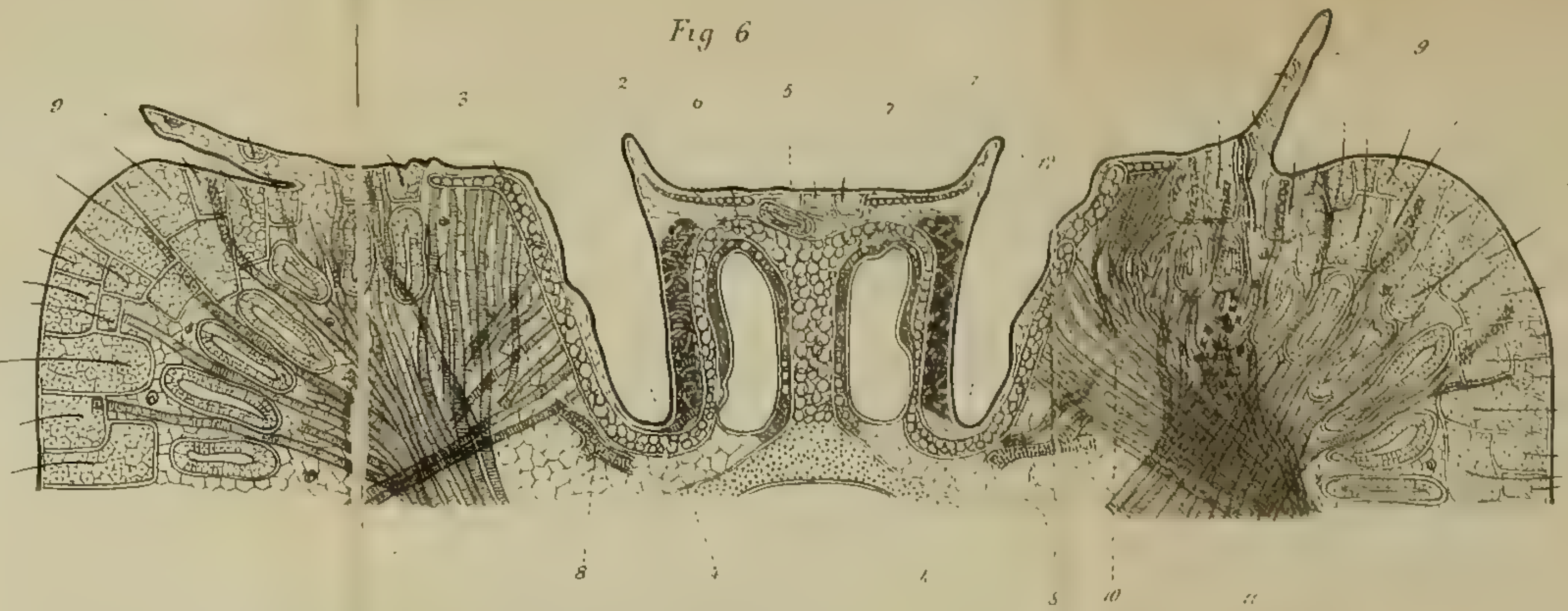

9
3
2
6
5
7
7
12
9
8
4
4
5
10
11

Fig 7

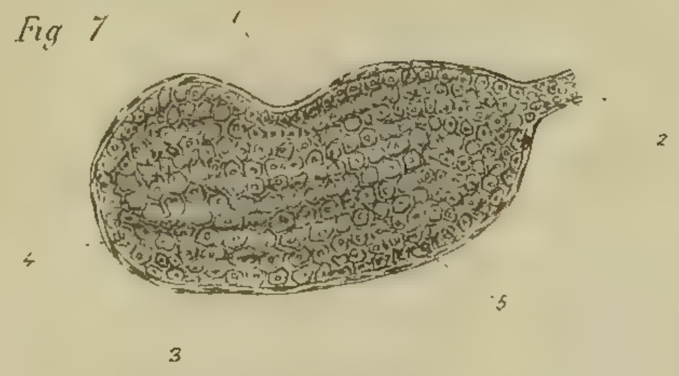


Fig. 3.

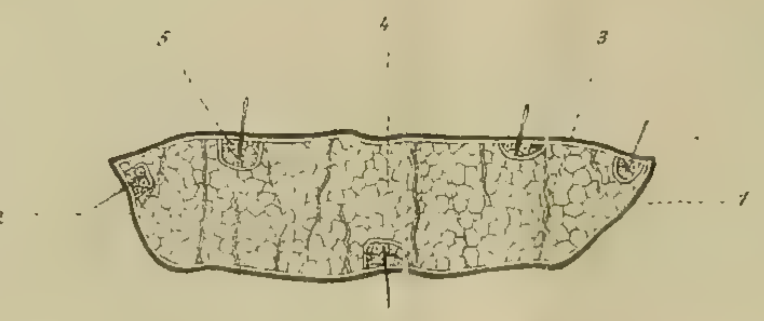


Fig. 10.

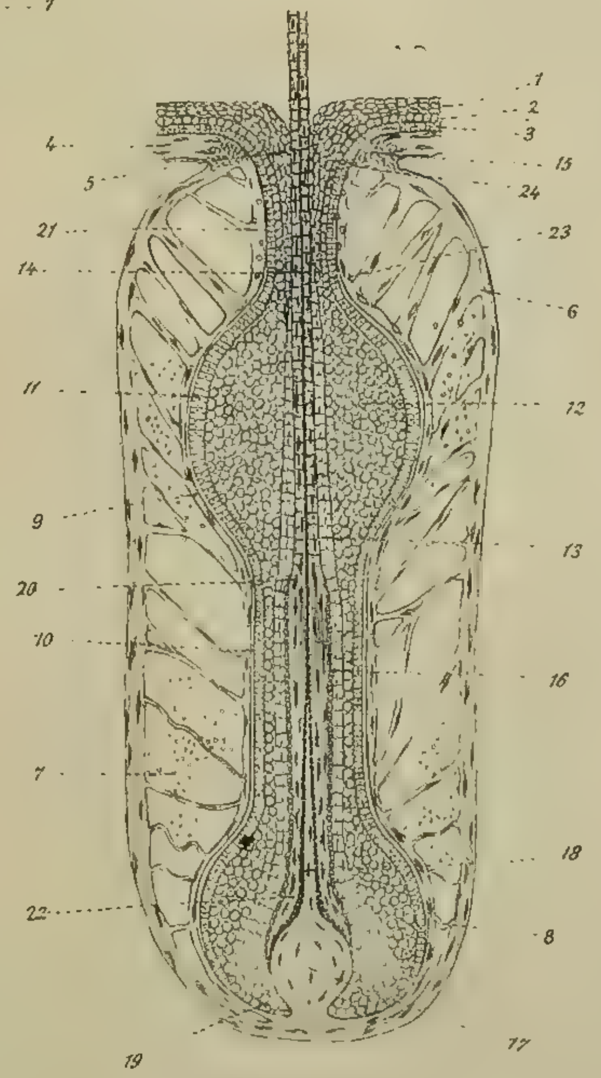

1
2
3
15
4
5
24
21
23
14
6
11
12
9
13
20
10
16
7
18
22
8
19
17

Fig. 11.

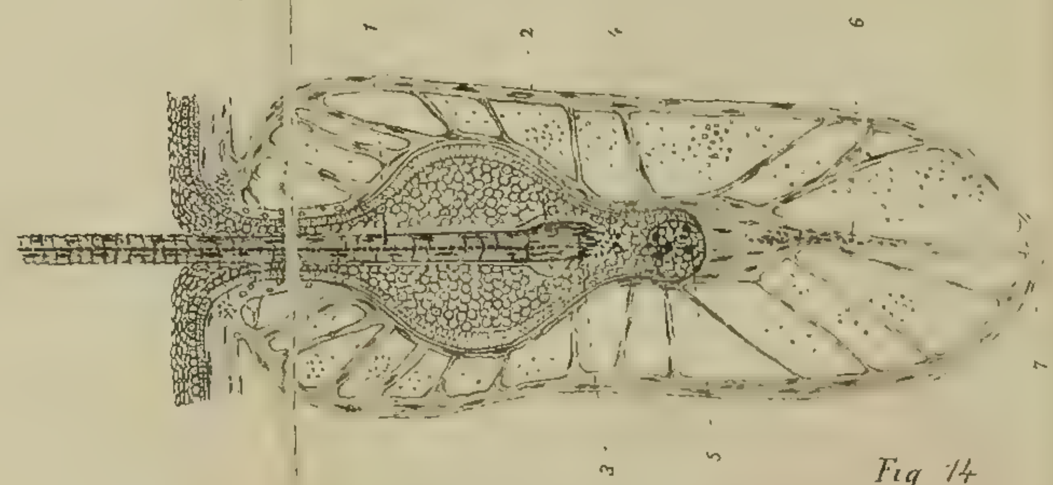


Fig 13.

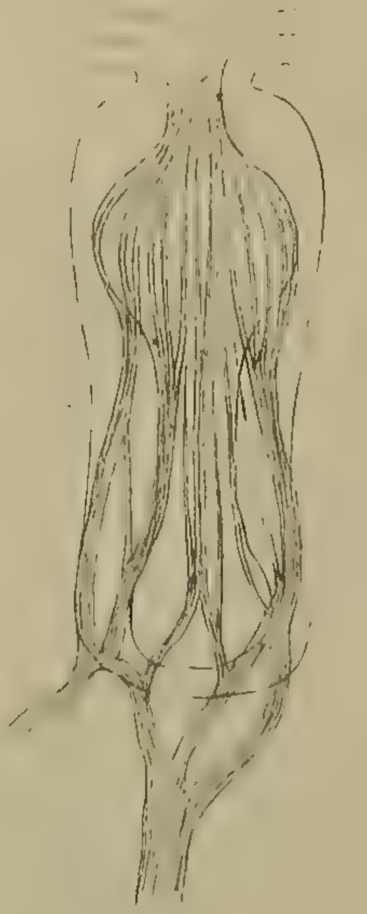


Fig 8.

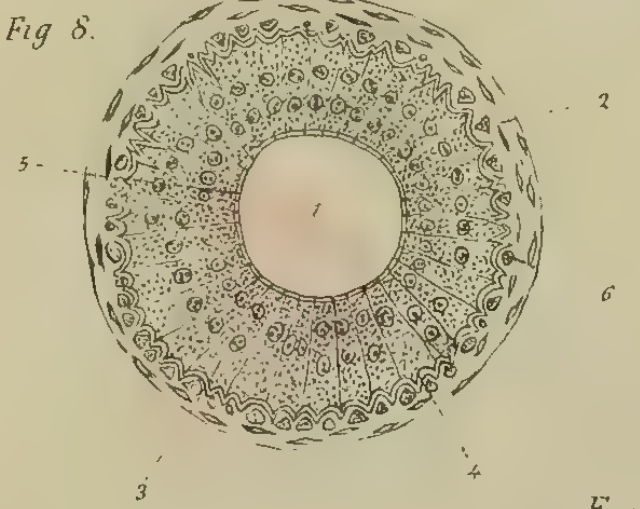


Fig. 9.

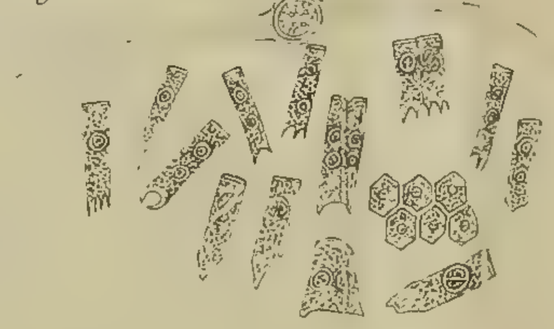


Fig 14

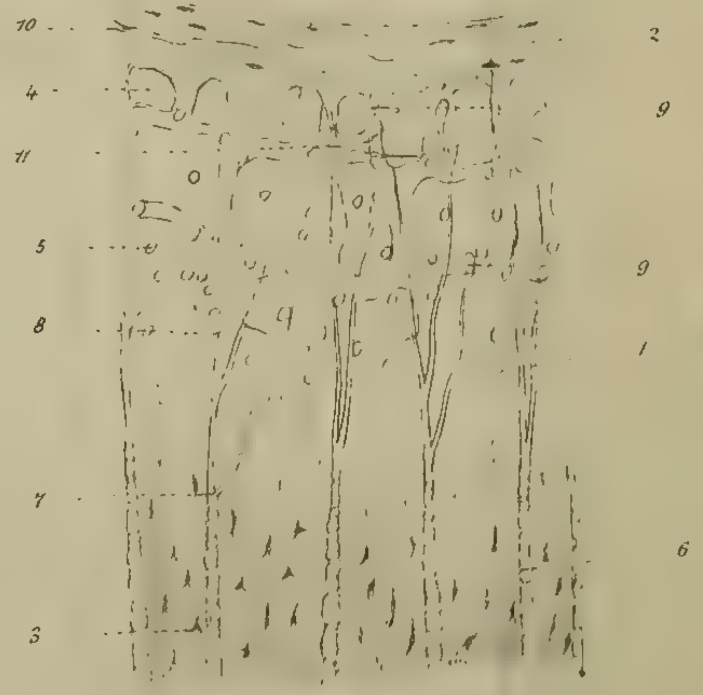

10
2
4
9
11
5
9
8
1
7
6
3

Fig. 12

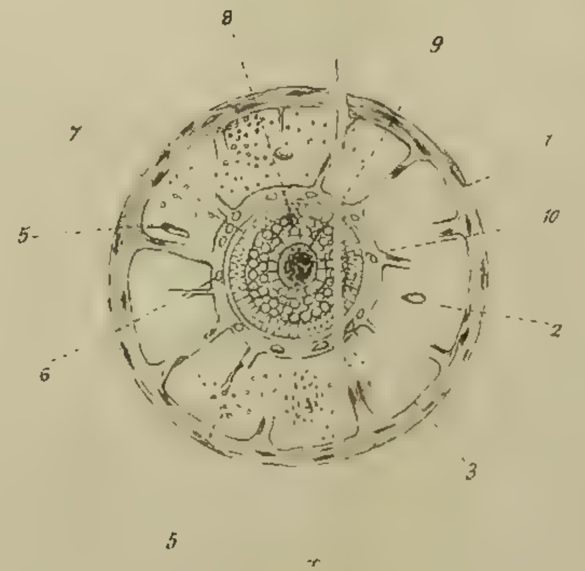

8
9
7
1
10
5
2
6
3
5

Fig 5

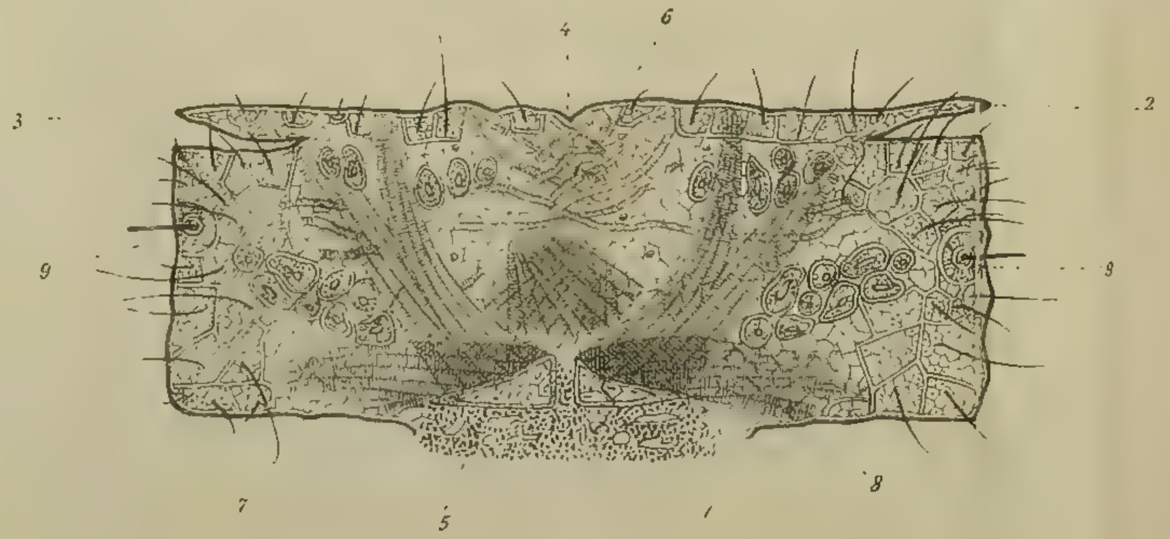
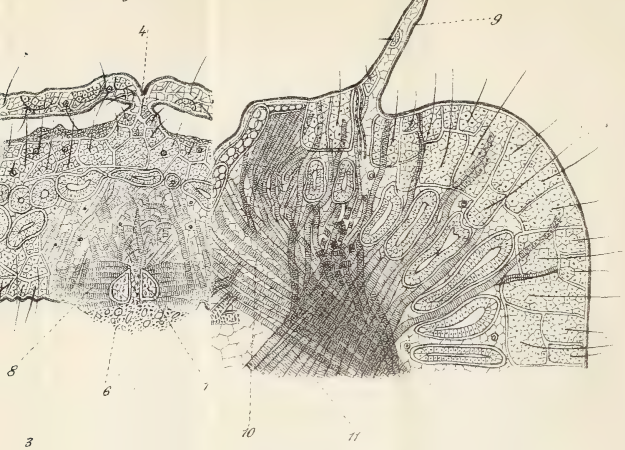
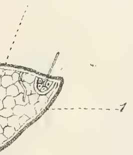

4
6
3
2
9
9
7
5
1
8

Fig. 4.





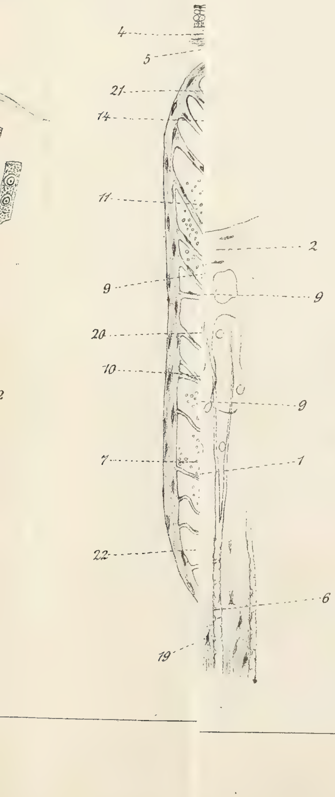
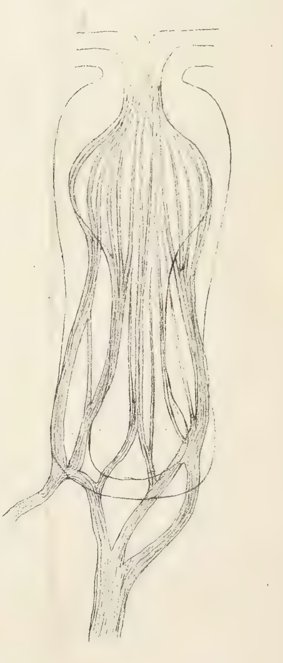

4
5
21
14
11
2
9
9
20
10
9
7
1
22
6
19
2

Fig. 13.



Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

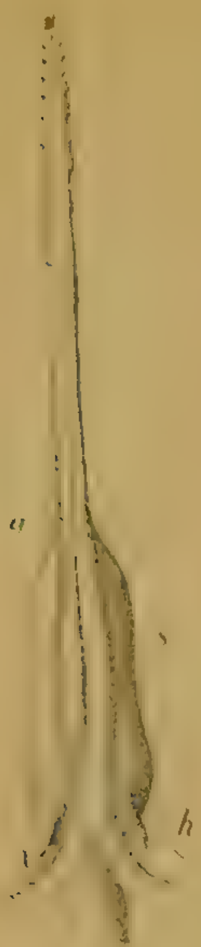


Fig. I.

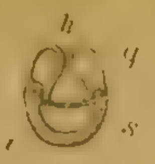


Fig. X.

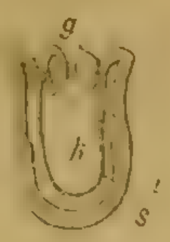


Fig. XI.

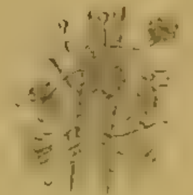


Fig XII

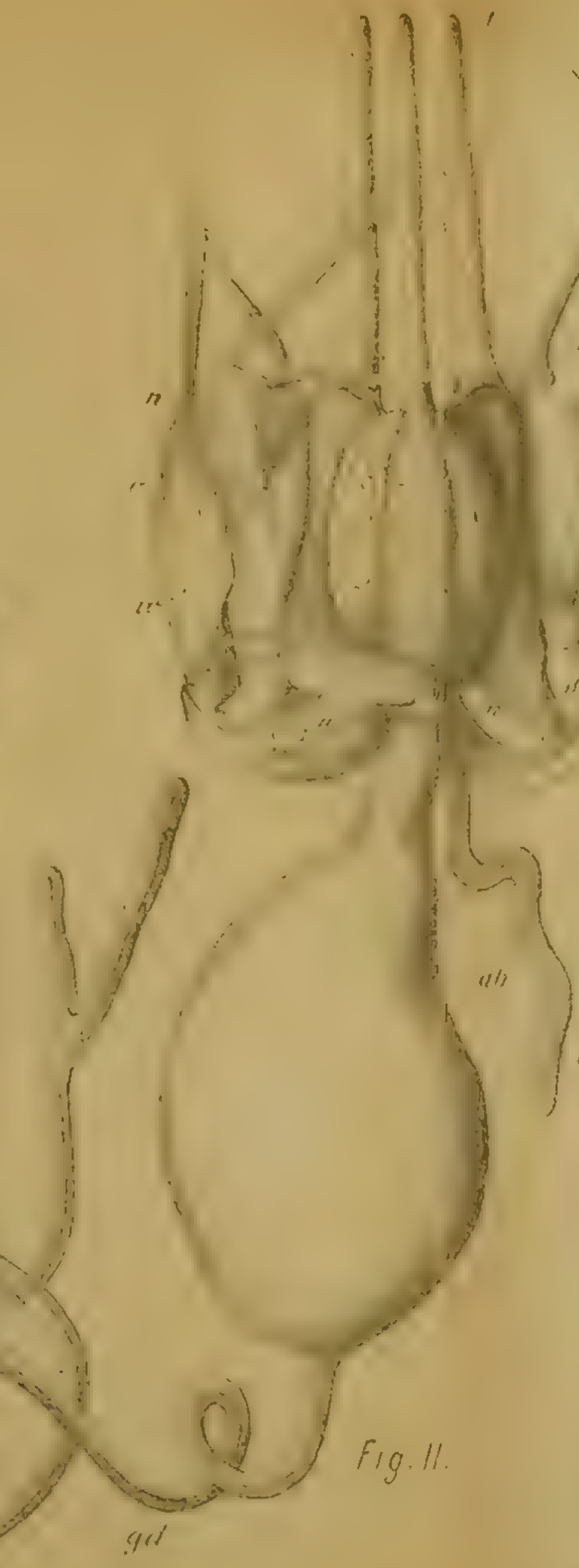

n
r
w
g
r
a
ab
ds
gd

Fig. II.

Fig. VI.

Fig. VII.

Fig. VIII.

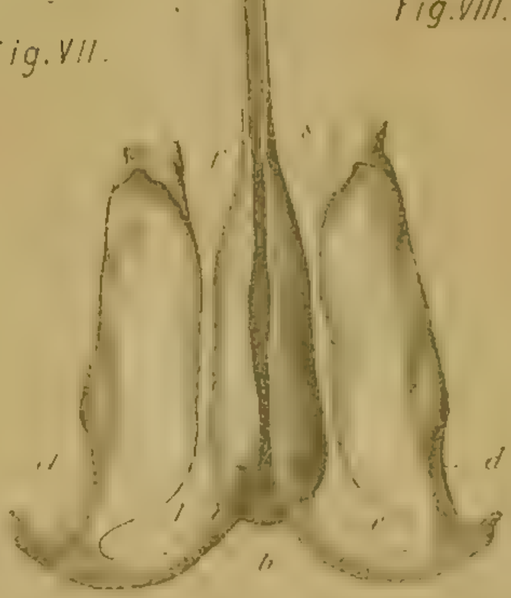


Fig. III.

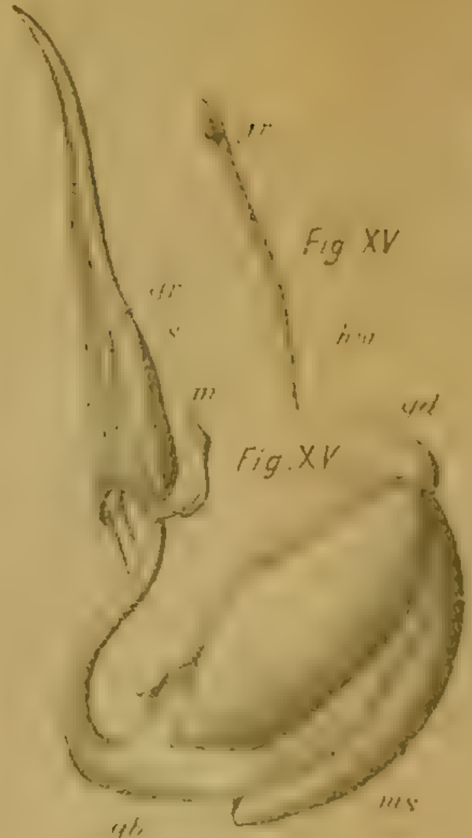

rr
dr
s
m
hu
gd
gb
ms

Fig XV

Fig. XV

Fig. XIII.

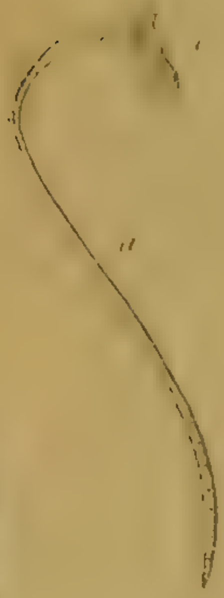


Fig. XIV.

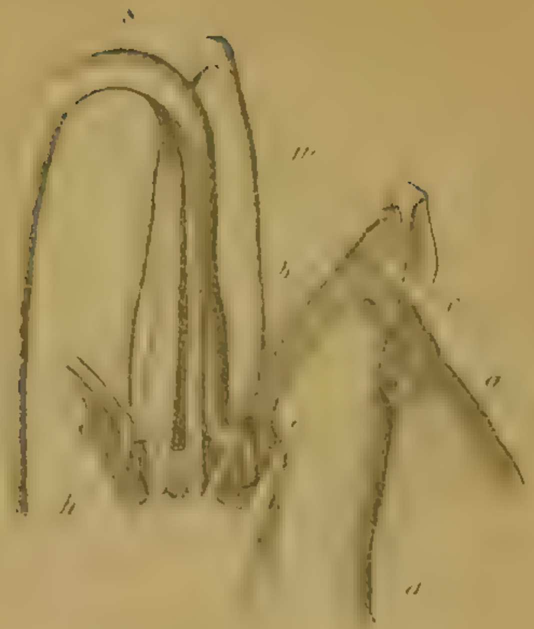


Fig XVIII.

Fig IX

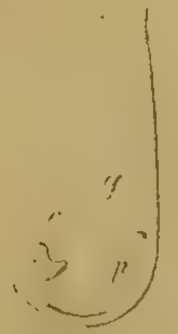


Fig. XX

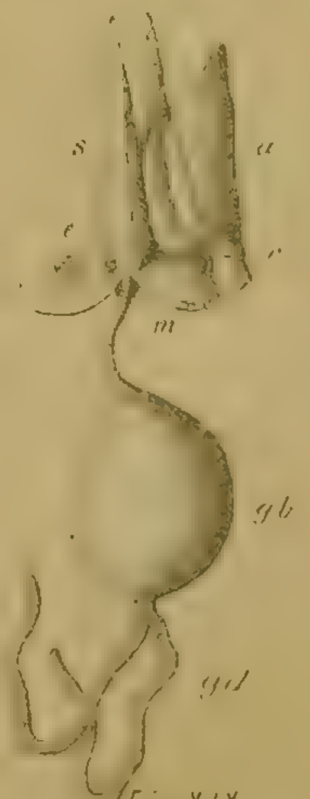


Fig. XIX

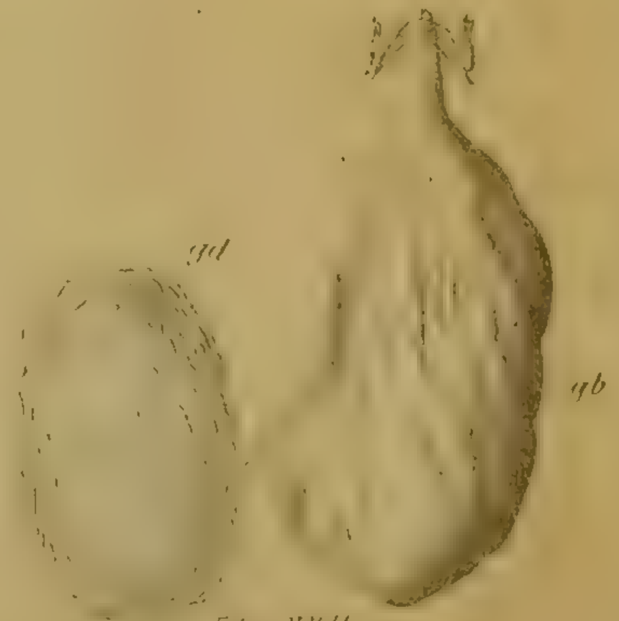


Fig. XXII.

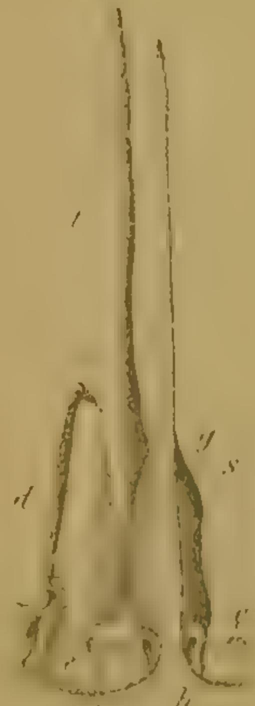


Fig. XVI.

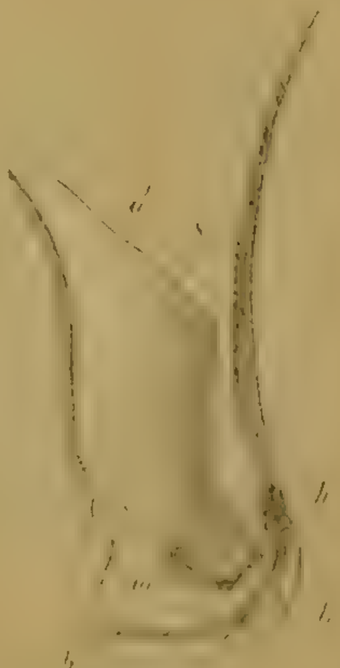


Fig. XVII.

Fig IV.

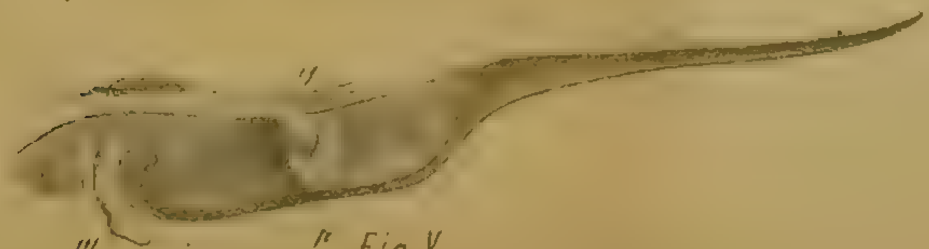


Fig. V

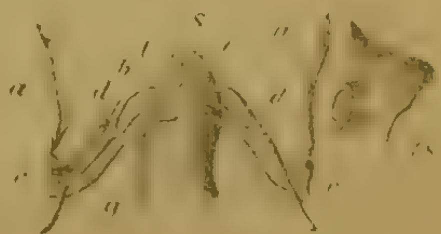


Fig. XXI.

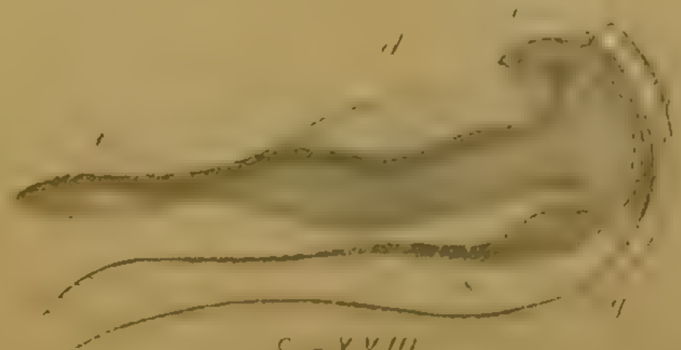


Fig XXIII

[illegible]
NATIONAL [illegible]

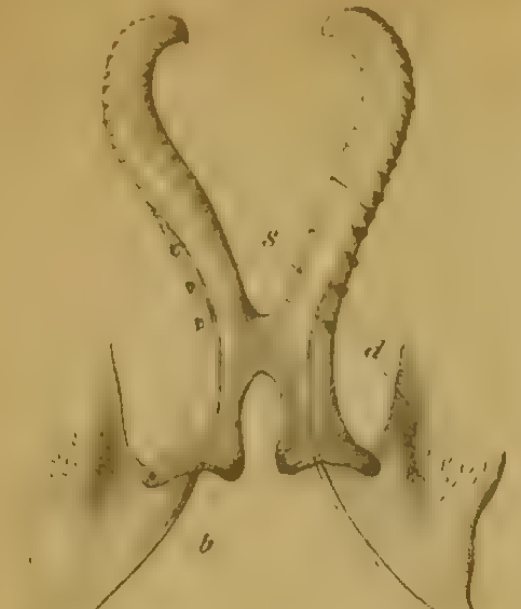


Fig. III.

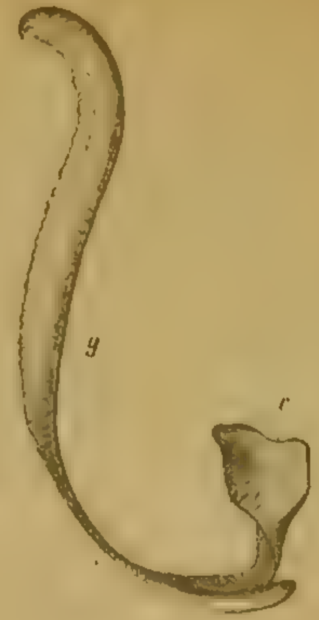


Fig. IV.

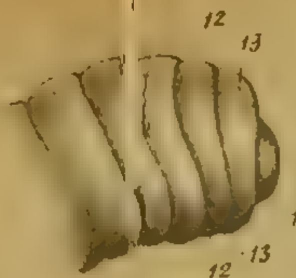

12
13
14
13
12

Fig. XIII.

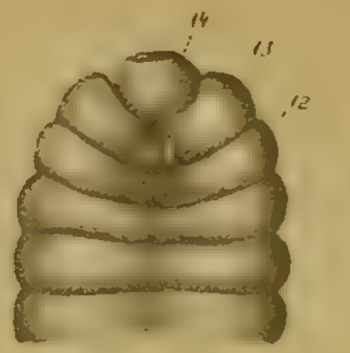


Fig. XIV.

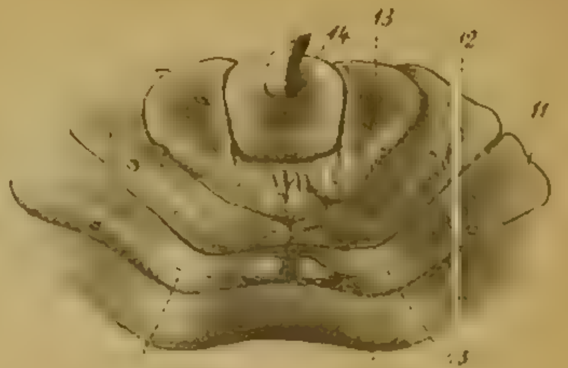

14
13
12
11
11
10

Fig. XV.

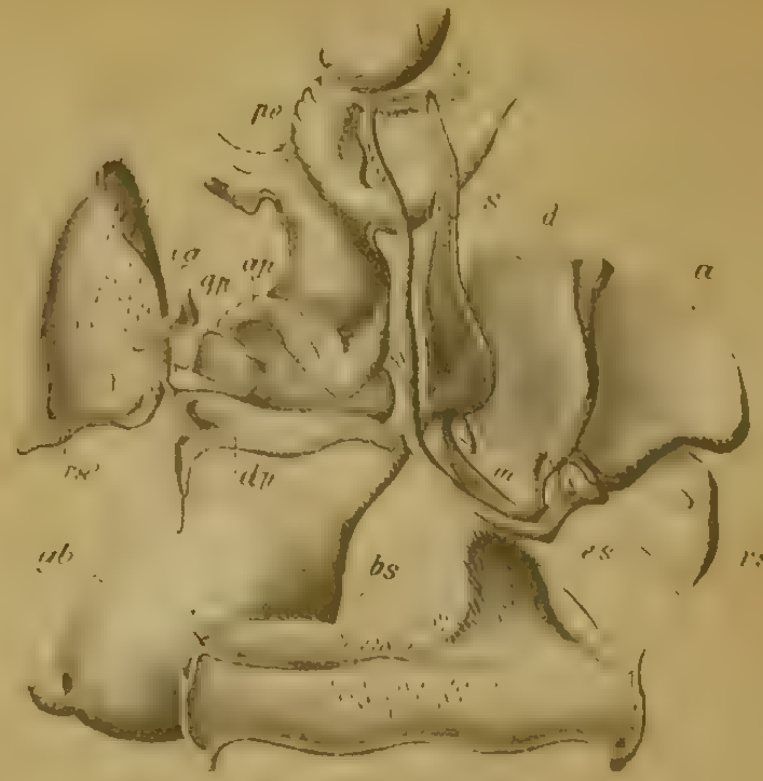

pe
s
d
a
vg
gp
ap
rs
dp
m
ab
bs
rs
rs

Fig. XXIV.

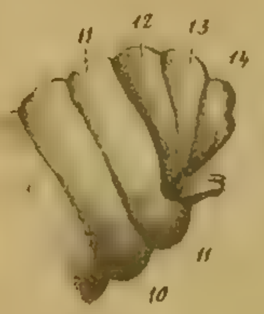

11
12
13
14
10
11

Fig. XVI

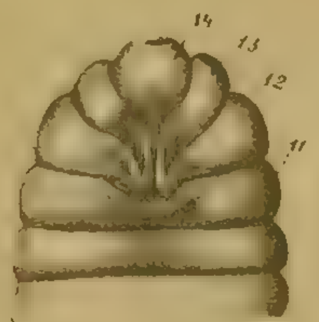


Fig. XVII.

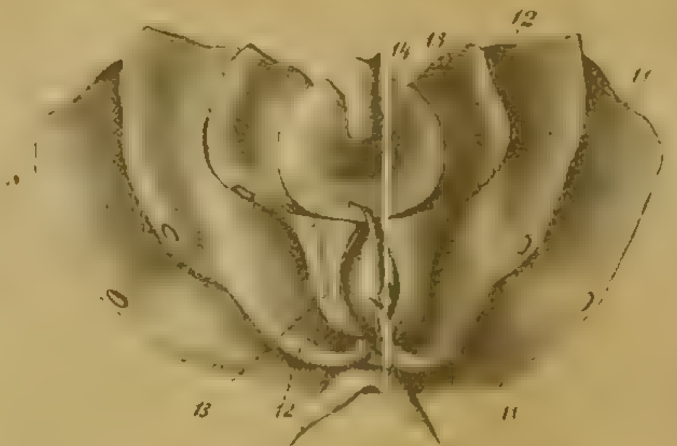

14
13
12
11
13
12
11

Fig. XVIII.

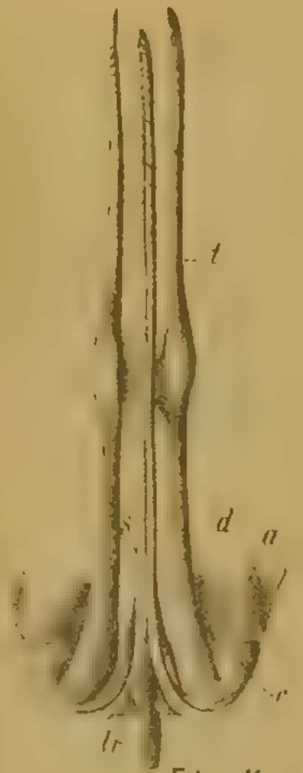


Fig. V.

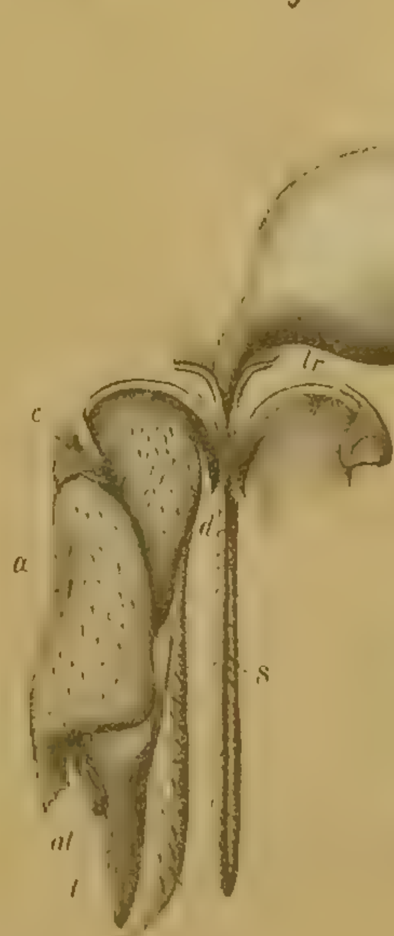

yd
gb
lr
c
d
a
s
al
t

Fig. I.

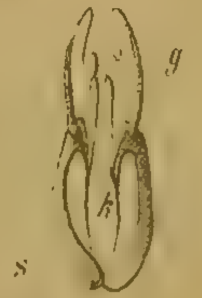


Fig. II.

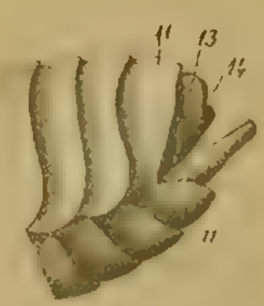


Fig. XIX.

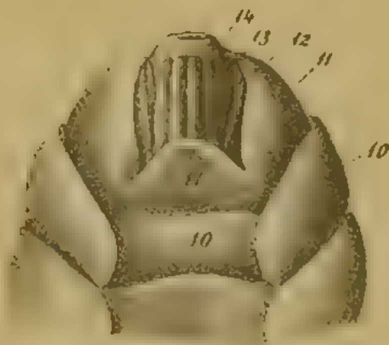

14
13
12
11
10
11
10

Fig. XX.

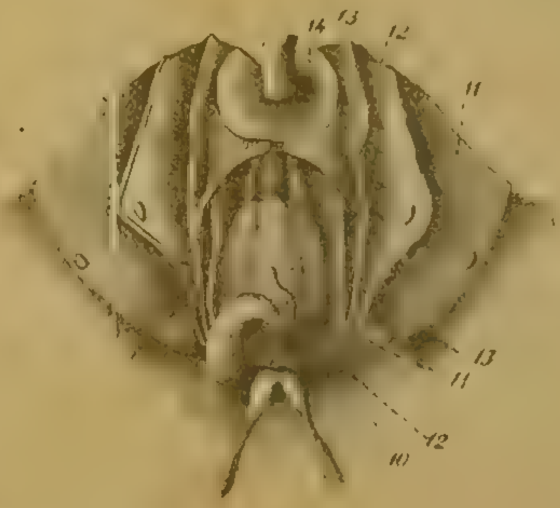

14
13
12
11
13
11
12
10

Fig. XXI.

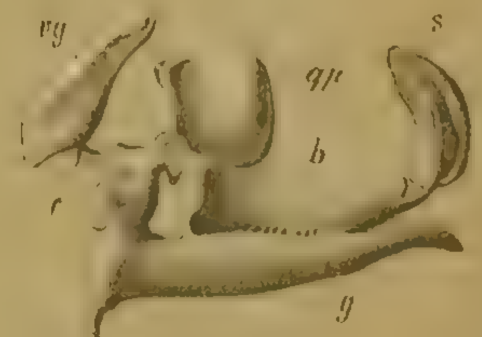


Fig. XXV.

Fig. VII.

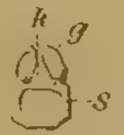


Fig. X.

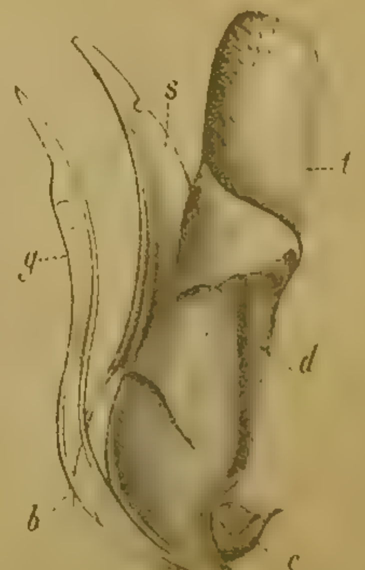


Fig. VIII.

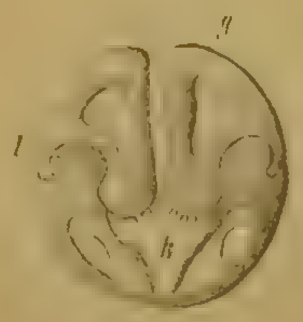


Fig. VI.

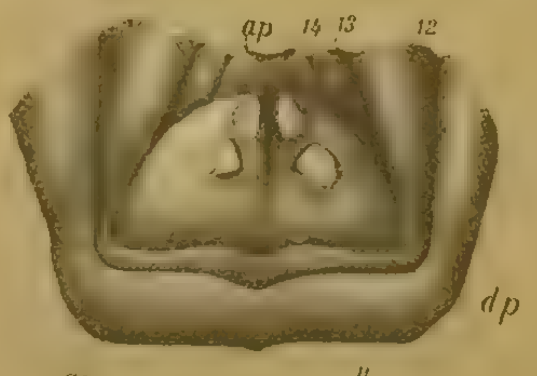

ap
14
13
12
dp
gp
11

Fig. XXIII.

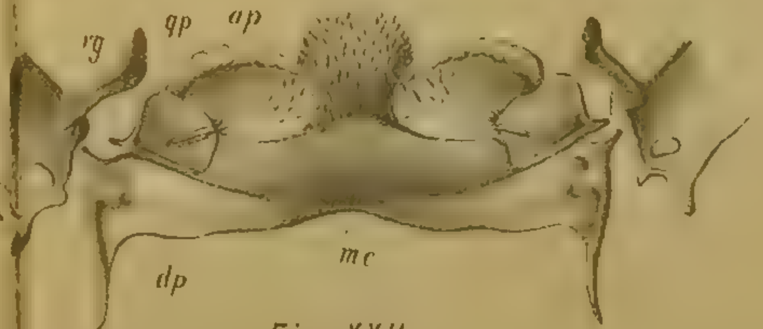

vg
gp
ap
rs
dp
mc

Fig. XXII.

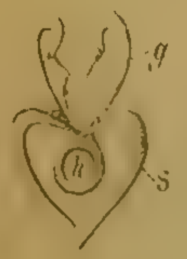


Fig. IX.

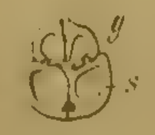


Fig. XI.

Fig. XII.

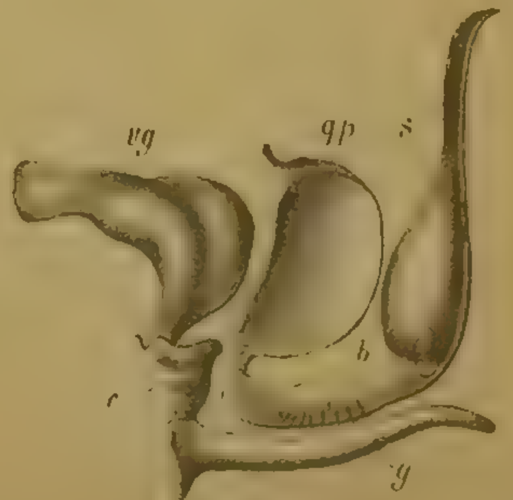


Fig. XXVI

[illegible]
2 [illegible]
[illegible]

Helminthologische Notizen III[1].

Von

Rud. v. Willemoes-Suhm.

Mit Tafel XVII.

I.

Ueber das Vorkommen der Rictularia plagiostoma Wedl.

(Tafel XVII Fig. 1)

In einer früheren Notiz[2]) that ich eines Nematoden Erwähnung, der mir seiner auffallenden Bewaffnung wegen bemerkenswerth zu sein schien und den ich, da ich ihn für neu hielt, *Ophiostomum spinosum* zu nennen vorschlug. Ich hatte das Thier im Darm von *Vespertilio mystacinus* im bayerischen Hochgebirge zweimal in mehreren weiblichen Exemplaren gefunden. Später suchte ich es in vielen Exemplaren dieser Fledermaus, die mir aus den mittleren Rheingegenden zugesandt wurden, wieder zu erhalten, fand es indessen niemals. Dagegen bemerkte ich beim Durchsehen von Wedl's Helminthenfauna Egypten's[3]), dass dieser darin einen Nematoden aus dem Darm des *Erinaceus auritus* beschrieben habe, den er *Pterygodermatites plagiostoma* nennt und der mit dem von mir in den Fledermäusen gefundenen identisch zu sein schien. Diese Vermuthung wurde zur Gewissheit, als Prof. Wedl mir die Originalexemplare des von ihm beschriebenen Thieres zuzusenden die Güte hatte und ich nun diese mit den meinigen genauer vergleichen konnte. Der von mir vorgeschlagene Name *Ophiostomum spinosum* geht also ein und das Thier führt den Wedl'schen Speciesnamen *plagiostoma*. Es liegt indessen kein Grund vor, für diesen Wurm eine neue Gattung aufzustellen, wie das Wedl gethan hat, denn derselbe gehört ganz offenbar zu Frölich's [1]) Genus *Rictularia*, nicht, wie ich Anfangs geglaubt hatte, zur Gattung *Ophiostomum*.

---

[1]) Cf. diese Zeitschrift, Bd. XIX und XX, 1869 und 1870.

[2]) Diese Zeitschrift, Bd. XIX, 1869 pag. 473.

[3]) Wiener Sitzungsberichte 1861 pag. 464.

Vergleicht man nämlich die von mir jetzt gegebene Abbildung (Tafel XVII Fig. 1), welche in etwas grösserem Masstabe als die Wedl'sche ausgeführt worden ist, mit derjenigen Frölich's (Tafel I Fig. 2 und 3), so wird man bald inne, dass die sturmhaubenförmige Oberlippe, die quere rachenförmige Mundöffnung, die »am Lippenrande« liegenden Zähnchen der *Rictularia cristata* Frölich's sich in eben derselben Weise bei unserm Thier wiederfinden. Aber *R. cristata* unterscheidet sich von *R. plagiostoma* dadurch, dass jene nur eine Reihe jener gestrichelten Häkchen hat, welche von der Mundöffnung an der Bauchseite bis zur vulva hinablaufen. An dieser Stelle hören sie auf — ganz wie Wedl es von den Männchen der *Rictularia plagiostoma* angiebt, bei der aber nicht eine, sondern zwei Reihen solcher Häkchen vorhanden sind. Bei dem von mir hier abgebildeten Weibchen aber laufen die Haken, die weiter nach unten stärker chitinisirt und schlanker werden, in zwei Reihen noch über die vulva hinaus und reichen weit hinunter. Das letzte Körperende ist indessen unbewehrt. Das Weibchen (? ob auch das Männchen) der *Rictularia cristata* verhält sich also in der Längenausdehnung seines Hakenbesatzes ganz ebenso wie das Männchen der *R. plagiostoma*.

Ausser seiner ausserordentlichen Bewaffnung scheint mir übrigens der Wurm, dessen Männchen ich leider selbst nie gefunden habe, in seinem Baue nicht gerade besonders interessante Verhältnisse darzubieten. Das Nöthige ist darüber bereits von Wedl gesagt worden und ich begnüge mich daher damit, hier auf das sehr auffallende Vorkommen des Thieres aufmerksam zu machen, das sowohl im Darm des *Vespertilio mystacinus* (im bayerischen Hochgebirge, nicht aber im übrigen Deutschland) wie in dem des egyptischen *Erinaceus auritus* aufgefunden worden ist.

II.

Ueber den Bau und den Embryo des Monostomum faba Brs.

(Tafel XVII Fig. 2)

Seit der Zeit, wo ziemlich gleichzeitig die Arbeiten von Miescher [2]) und Creplin [3]) über den so interessanten Hautparasiten der Vögel erschienen, scheint Niemand mehr dieses seltene Thier genauer untersucht zu haben. Vorher hatte Schmalz[1]) eine Abbildung und Beschreibung des Wurms gegeben, dessen Bau er indessen völlig missverstanden hatte. Durch die Miescher-Creplin'schen Arbeiten wurden der Verdauungsapparat und das Excretionsorgan besser erkannt und ebenso die Geschlechtsorgane einer genaueren Prüfung unterzogen. Indessen beide sehen in den traubigen Dotterstöcken noch die Ovarien, ohne die keimbereitende Drüse gekannt zu haben und auch in der Deutung der männlichen Genitalien herrscht keineswegs Uebereinstimmung zwischen den Beobachtern.

---

[1]) Frölich im Naturforscher, Stück 29. 1802, pag. 8.

[2]) Beschreibung und Untersuchung des Monostoma bijugum. Basel 1838.

[3]) Monostoma Faba Bremseri beschrieben von Dr. F. C. H. Creplin in Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte 1839, V. Jahrgang, Bd. I, pag. 1.

Es dürfte deshalb wohl angebracht sein, noch einmal auf den Bau dieses Monostoms zurückzukommen, da ich selbst Gelegenheit gehabt habe, das Thier frisch zu untersuchen. Auf dem Vogelmarkt in Genua erhielt ich durch einen darauf aufmerksam gemachten Händler einen jungen schon gerupften Steinschmätzer (*Saxicola oenanthe*), der in der Aftergegend und an beiden Schenkeln dreimal je zwei Monostomen in übererbsengrossen Follikeln beherbergte. Die Thiere liegen, wie aus Miescher's Untersuchungen bekannt ist, in einem bindegewebigen Follikel unter der Haut, welche prall darüber gespannt ist. In der Mitte dieses Hügelchens liegt eine Oeffnung, die in den Follikel führt und durch welche die Eier und die aus dem Excretionsorgan entleerten Stoffe nach aussen befördert werden. Die beiden Monostomen liegen mit der Bauchseite an einander, mit der Mundöffnung nach der Innenseite des Follikels, mit dem Excretionsende nach aussen zugekehrt. In ganz ähnlicher Weise liegen auch andere paarweise lebende Schmarotzer in ihren Löchern, wie z. B. *Distomum ferox* Zed., das ich in Curland zu untersuchen Gelegenheit hatte. Die Thiere liegen in erbsengrossen Auftreibungen der Darmwandungen der Störche und kehren diesen stets ihr Mundende zu, während die dünneren Hinterleiber in das Darmlumen der Störche hineinragen.

Die Monostomen nun waren mit Eiern prall angefüllt, aber immer das eine Exemplar viel stärker als das andere. Legt man sie plötzlich in kaltes Wasser, so entledigen sie sich wie viele Helminthen eines Theiles der Eier sehr schnell und erst dann kann man sich eine Uebersicht über den innern Bau der sonst undurchsichtigen Thierchen verschaffen.

Von inneren Organen fällt zunächst durch seine gelbe Farbe der gegabelte Darmkanal in die Augen, in den aus dem Mundnapf und Schlundkopf ein kurzer Oesophagus führt. Sehr auffallend ist auch das

---

[1]) Tabulae anatomiam entozoorum illustrantes, Dresdae et Lipsiae, 1831, p. 11—16, Tafel II.

Excretionsorgan: eine grosse birnförmige Blase, an deren ausgezackten Wandungen man zahlreiche lichtbrechende Harnconcremente sieht. Weitere Gefässe sah ich von der Blase nicht ausgehen; ihre Oeffnung nach aussen befindet sich an der dem Mundnapf entgegengesetzten Seite. **Miescher** spricht zwar von Gefässen, die er aus Mangel an optischen Hülfsmitteln nicht genauer habe verfolgen können[1]. **Creplin** erwähnt solche indessen nicht und auch ich habe etwas Derartiges nicht gesehen.

Was nun zunächst die weiblichen Geschlechtsorgane anbelangt, so sehen, wie bemerkt, sowohl **Miescher** wie **Creplin** in jenen grossen traubigen Organen, welche beiderseits im Vordertheil des Thiers liegen[2], die Eierstöcke. Es war damals die Kenntniss vom innern Bau der Trematoden noch nicht sehr weit vorgeschritten und v. **Siebold**'s Arbeit über die Geschlechtsorgane des *Distomum globiporum*[3], worin er feststellte, dass zweierlei Organe Beiträge zur Bildung des Trematodeneies liefern, scheint noch wenig bekannt gewesen zu sein. So mag man denn wohl nach dem Keimstock nicht weiter gesucht haben. Vorhanden aber ist er, wie zu erwarten stand, und zwar liegt er in Gestalt eines kugelrunden Organs ungefähr in der Mitte des Körpers[4]. Verfolgt man den Dottergang, der nach der Vereinigung der beiden von den Dotterstöcken kommenden Zweige unterhalb des Schlundkopfes entsteht, weiter nach unten, so wird man den Keimstock bald auffinden. Von ihm geht nun ein langer Eileiter ab, in dem die Eier nach und nach, wie die immer dunkler werdende Farbe derselben bekundet, mit einer Schale umgeben werden. Der Eileiter ist, wie aus **Miescher**'s oft citirter Abbildung gut zu ersehen ist, sehr lang, bildet viele Schlingen und endet mit einer Erweiterung, welche **Miescher** einen blinddarmförmigen Schlauch nennt. Nach der Vulva zu, die ungefähr in der Mitte der Bauchfläche liegt, verengt sich dieser Schlauch wieder. Die Zahl der sehr kleinen (0,024 Mm. langen) Eier ist eine ganz ungeheure; sie sind oval und meist an dem einen Ende etwas zugespitzt. Die reiferen unter ihnen enthalten bereits einen Embryo (Tafel XVII Fig. 2), der nicht zu flimmern scheint und an dem sich keinerlei Organe beobachten lassen. Seine Organisation ist also eine ebenso einfache wie die der Embryonen von *Gasterostomum fimbriatum* und *Distomum perlatum*, neben die ich ihn in der unten folgenden Uebersicht gestellt habe. Die Eier gelangen nun durch die erwähnte Oeffnung aus dem Follikel heraus und dürften wahrscheinlich von den Anopluren, welche zahlreich in den Federn aller Vögel schmarotzen mit verzehrt werden, so dass in diesen oder in gewissen Insecten, welche in den Nestern der Vögel schmarotzen vielleicht die Zwischenwirthe für das Monostom zu suchen wären. Sehr auffallend ist dabei aber das seltene und sporadische Vorkommen des erwachsenen Thiers. In Basel scheinen zwar zu der Zeit, wo **Miescher** seine Untersuchungen anstellte, die Sperlinge ziemlich häufig damit behaftet gewesen zu sein, in Genua aber fand sich während des Herbstes, wo täglich die Händler ungeheure Massen kleiner Vögel darauf untersuchten, nur dieser eine Fall, und in München, wo ein Ausstopfer, der durch mich darauf aufmerksam gemacht worden war, in drei Jahren sehr viele kleine Vögel revidirte, ist der Schmarotzer nie angetroffen worden. Was das, auch bei andern Trematoden vorkommende, Zusammenwohnen von zwei Individuen in einem Follikel anbelangt, so denke ich mir, dass etwa mehrere junge Monostomen in einen solchen einwandern (wie denn in der That **Creplin** deren manchmal auch drei gefunden hat), dass aber nur zwei zur Geschlechtsreife gelangen, während die andern zu Grunde gehen.

---

[1] l. c. pag. 11.

[2] **Miescher** l. c. Fig. VII a. a. und **Creplin** l. c. Taf. I Fig. 1 d. d.

[3] **Wiegmann**'s Archiv 1836, I pag. 221.

[4] Ich glaube bestimmt, dass **Miescher**'s »Samenblase« (Fig. 7 n) der Keimstock ist. Er sagt nämlich l. c. pag. 19: »nicht selten schien der Eileiter eher aus der Samenblase als aus dem Quergang seinen Ursprung zu nehmen«.

Kehren wir nach dieser Abschweifung indessen zu den Geschlechtsorganen des Thiers und zwar zu den männlichen zurück, so müssen wir **Creplin** beistimmen, wenn er die beiden rundlichen auf der Rückenseite des Thiers gelegenen Organe für die Hoden[1]) hält. Auch **Miescher** beschreibt sie ganz genau[2]), hält aber die weiter unten zu erwähnende vesicula seminalis für den Hoden und jene nur für zwei »accessorische Blasen«, von denen zwei nach der Mitte zu convergirende Canäle auslaufen. Dies sind die vasa deferentia, die (wohl nachdem sie mit der Samenblase communicirt haben) zu einem muskulösen birnförmigen Cirrus führen, der, wie **Miescher** richtig angiebt, auf der Bauchseite neben der Vulva nach aussen mündet. Die mehrfach erwähnte Samenblase nun ist ein grosses dendritisch verzweigtes Organ[3]), das auf der Rückseite gerade unterhalb der Vereinigungsstelle der Dottergänge liegt. Leider ist mir der Zusammenhang zwischen der Samenblase und den Hoden nicht ganz klar geworden, da die Untersuchung des Thiers durch die grosse Masse von Eiern sowie durch die Dicke desselben sehr erschwert ist.

---

[1]) **Creplin** l. c. pag. 6.

[2]) l. c. pag. 15.

[3]) **Miescher** l. c. Fig. VII k, l, m und **Creplin** l. c. Fig. I i.

III.

Ueber den Embryo des Gasterostomum crucibulum Rud.

(Tafel XVII Fig. 3)

Rudolphi[1] hat in Neapel im Darm des *Conger Cassinii* und *vulgaris* einen Helminthen entdeckt, den er unter dem Namen *Monostoma crucibulum* beschrieb. Dujardin[2] hat dann dies Thier ebenfalls im *Conger* gefunden, bezweifelt aber, dass man es mit einem *Monostoma* zu thun habe, und glaubt, das Thier gehöre in die Nähe von *Distoma nodulosum* und *laureatum*, in die von ihm aufgestellte Untergattung *Crossodera*. Inzwischen stellte v. Siebold die Gattung *Gasterostomum*[3] für einen im Darm verschiedener Raubfische des süssen Wassers vorkommenden Trematoden auf (*G. fimbriatum*), dessen »Kopfputz« und innern Bau G. Wagener dann an verschiedenen Orten[4] näher beschrieb und noch zwei Arten dazufügte: *G. gracilescens*[5] aus dem Darm des *Lophius piscatorius* und *G. minimum* Wagener aus dem Darm der *Trigla microlepidota*. Unser Thier nun ist zuerst von Gervais und van Beneden[6] als zu jenen gehörig erkannt worden, sodann von Molin[7], der es unter dem Namen *G. armatum* noch einmal »entdeckt« hat, wieder beschrieben und auch von Olsson[8], der das Thier unter Molin's Namen aufführt, wieder beobachtet worden. Dieser letztere fand es an der skandinavischen Küste in den appendicibus pylor. des *Cottus scorpio*, ich im Darm des *Conger Cassinii* und der *Muraena Helena* in Spezzia und Genua. *Monostoma crucibulum* (Rud.) ist also = *Distoma crucibulum* Duj. = *Gasterostomum crucibulum* (Gervais und van Beneden) = *G. armatum* Molin (Olsson). Wagener scheint das Thier nicht gefunden zu haben.

Der Hauptunterschied des *G. crucibulum* von *G. gracilescens* scheint mir, abgesehen von der geringeren Grösse des letzteren, darin zu bestehen, dass das acetabulum bei diesem rund und, wie es scheint, ohne jene contractilen Rüssel und ihre Scheiden ist, welche den Saugnapf des *G. crucibulum* zieren, der ausserdem »cornucopiaeforme« ist, d. h. mit ausgeschweiften Seitenlinien nach unten spitz zuläuft. Wagener bemerkt indessen mit Bezug auf die »Rüssel« des *G. fimbriatum*[1]: »es ist nicht unmöglich, dass sich ein ähnlicher Apparat auch bei den anderen Gasterostomen findet (*G. gracilescens* nämlich und *G. minimum*), wenn auch nur rudimentair oder während der Entwicklung«.

---

[1] Rudolphi, Synopsis entozoorum 1819 pag. 83 und 342.

[2] Dujardin, Histoire naturelle des Helminthes, 1845 pag. 363 u. 435.

[3] v. Siebold, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere, 1848 pag. 129.

[4] Wagener in Müller's Archiv 1852 pag. 565—567, dann in: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Eingeweidewürmer in den Haarlemer Verhandlungen 1857 pag. 103 und in Wiegmann's Archiv 1858 pag. 250.

[5] Distoma gracilescens Rud.

[6] Zoologie médicale 1859.

[7] Prodrom. helm. faun. Venet. Wiener Sitzungsber. 1858 pag. 291.

[8] Entozoa iakttagna hos skandinaviska hafisfiskar i Lunds Universitets Årsskrift t. IV, 1867 pag. 55.

Dies zur Stellung des oft verkannten Thieres im System, über das ich nur mitzutheilen habe, dass es zu den Trematoden mit grosszelligem Parenchym gehört und dass es seine Embryonalentwicklung bereits im Eileiter durchmacht. Der Embryo ist wie derjenige des *Gasterostomum fimbriatum*[2] nackt (Taf. XVII Fig. 3), besitzt aber einen Mundstachel. Eine andere Differenzirung habe ich in denselben nicht erkannt. In den weitern Entwicklungskreis dieses sehr gemeinen *Gasterostomum* gehört wahrscheinlich *Bucephalus Haimeanus* Lac. Duth.[3] aus *Ostrea* und *Cardium* und das aus diesem sich entwickelnde Distom kommt wohl (ähnlich wie *D. hystrix*) encystirt an den Kiemen solcher Fische vor, welche dem *Conger*, der *Muraena* oder dem *Cottus* zur Beute fallen.

IV.

Ueber die Embryonalentwicklung von Distomum hians Rud. und D. laureatum Zed.

(Tafel XVII Fig. 4)

Die bewimperten Jugendzustände der Trematoden wurden zum ersten Male durch Mehlis an *Distomum hians* beobachtet und beschrieben. Später fand man sie bei andern Trematoden ebenfalls, ohne dass indessen jemand Mehlis' kurze Notiz[4] vervollständigt hätte. Als ich nun im August vorigen Jahres in Curland Gelegenheit hatte einen schwarzen Storch frisch zu untersuchen und in dessen Darm *Distomum hians* in zahlreichen Exemplaren auffand, war mir dies eine willkommene Gelegenheit dessen Entwicklung näher zu studiren.

Distomum hians gehört zu der kleinen Anzahl der Trematoden bei denen im legereifen Ei bereits ein fertiger Embryo vorhanden ist, der sobald die Eier in Wasser gelegt sind, ausschlüpft und behende umherschwimmt. Seine Entwicklungsstadien findet man in den Uterusschlingen in grösster Zahl: an den mit Schale versehenen Eiern bemerkt man zunächst eine hellere Stelle, das im deuteroplasmatischen Dotter liegende Product des Keimstockes. Ob in diesem das Keimbläschen noch vorhanden ist, wenn die Entwicklung beginnt, muss ich unentschieden lassen. Gesehen habe ich es hier ebensowenig, wie ich es bei *Polystomum integerrimum* bis zum Moment der ersten Furchung genau verfolgen konnte[1]. Aber der protoplasmatische Dotter der Keimzelle furcht sich (das konnte ich hier wieder aufs Deutlichste beobachten) zunächst in zwei Theile, von denen dann erst der untere wieder, später der obere sich theilt. Nach und nach wird immer mehr von dem umgebenden Nahrungsdotter aufgenommen. Man sieht endlich im Ei einen grossen gefurchten Körper, der bald seine eckigen Contouren verliert und zum Embryo wird. Bald sieht man diesen deutlich im Ei sich bewegen und erkennt die beiden schwarzbraunen nebeneinanderliegenden Augenflecken. Sprengt man nun den Deckel des Eies oder wartet man bis der Embryo (Tafel XVII Fig. 4) ausschlüpft, so hat man ein bald länglichrundes, bald herzförmiges Thierchen vor sich, das am ganzen Körper mit Wimpern bedeckt ist. Am Vorderende befindet sich ein papillenförmiger Vorsprung. Die Augenflecken liegen gerade unter diesem und zwar meist so dicht neben einander, dass man ihre Duplicität nur mit Mühe erkennen kann. Zerdrückt man das Junge, so sieht man, dass die Flecken aus schwarzbraunen Pigmentkörnchen bestehen, ohne dass eine lichtbrechende Substanz vorhanden wäre.

---

[1] Müller's Archiv 1852 pag. 566.

[2] Wagener, Diese Zeitschrift Bd IX, 1859 pag. 89.

[3] Lacaze-Duthiers: Annales d. sc. nat. Tom. I. 1854. pag. 294. Pl. VI.

[4] In Okens Isis 1831 pag. 190. Er bespricht dort die Wimpern der Trematoden, »mittelst deren ich die Jungen von D. hians auf das Behendeste im Wasser herumschwimmen sah«.

Der Embryo ist also demjenigen des *Distomum hepaticum* sehr ähnlich, hat wie dieser eine papillenförmige Hervorragung am Kopfende, einen totalen Flimmerüberzug und weder Mundnapf noch Seitengefässe. Er unterscheidet sich nur durch das Vorhandensein zweier Augenflecken statt eines, den wir bei *D. hepaticum* finden. Der Grössenunterschied ist gering. Während der grosse Leberegel nach Leuckart eine Länge von 0,13 Mm. erreicht, ist der unsrige 0,10 Mm. lang. Sehr nahe steht ihm auch der Embryo von *D. viviparum*[2], der sich von dem des *D. hepaticum* fast durch Nichts unterscheidet.

Diesen Jugendformen sehr ähnlich ist ferner der Embryo des *D. laureatum* Zed. Ich hatte Anfang Januar Eier dieses Parasiten in die Thaukammer gelegt und sah nach 34 Tagen einen grossen bewimperten Embryo mit schwarzem Augenfleck im Gefässe umherschwimmen. Leider hatte ich aber nur wenige Eier gehabt und aus diesen entwickelte sich nur ein Embryo, den zu fangen mir nicht gelang. Ich muss daher die Frage, ob sich eine Differenzirung im Innern desselben findet, unentschieden lassen.

---

[1] Diese Zeitschrift Bd. XII, 1872. Im Separatabdruck pag. 26.

[2] van Beneden, Les poissons des côtes de Belgique, leurs parasites et leurs commensaux, vid. Mém. de l'Acad. de Belgique 1871, pag. 28.

V.

Bemerkung über die Entwicklung des Distomum hepaticum.

Die Frage nach dem Zwischenwirth des grossen Leberegels ist leider, trotz aller auf die Auffindung desselben verwandten Mühe, immer noch eine offene. Man hat versucht den Embryo in die verschiedensten Thiere namentlich Molluscen einwandern zu lassen aber stets ohne Erfolg. Vorausgesetzt nun, dass der Zwischenwirth in der That ein Mollusc ist[1], habe ich auf den Faer-Oeer eine Beobachtung gemacht, welche die Untersuchung wesentlich zu erleichtern geeignet ist. In den Schafen auf jenen Inseln, welche ihren Namen von diesen Thieren haben, kommt nämlich *D. hepaticum*, wie ich mich selbst davon überzeugt habe, sehr häufig vor, aber die Zahl der dort vorkommenden Land- und Süsswasserschnecken ist eine sehr geringe. Nach Mörch sind es nur die folgenden:

Arion ater
- cinctus,
Limax agrestis,
- marginatus,
Vitrina pellucida,
Hyalina alliaria,
Limnaea peregra,
- truncatula.

Von diesen ist Limax agrestis auf den Faer-Oeer bei weitem die gemeinste und schädlichste. Ich fand sie in zahlreichen Exemplaren auf den Schafweiden, nahm auch einige zur Untersuchung mit, ohne indessen Cercarien darin zu finden. Doch aber dürfte auf diese Schnecke bei weiteren Untersuchungen besonders Rücksicht zu nehmen sein, denn sie kommt häufig an Wasserpfützen vor und wird gewiss ebenso oft von den Schafen mit dem Grase gefressen.

VI.

Ueber die Embryone von Distomum globiporum, folium und nodulosum.

(Tafel XVII Fig. 5—7)

Durch die Freundlichkeit des Herrn Professor Guido Wagener bin ich jetzt in der Lage auch über einige bisher nur durch eine kurze Notiz bekannte Embryone Auskunft und Abbildungen geben zu können, von denen die letzteren von G. Wagener's eigener Hand sind.

---

[1] Vergl. Leuckart: Die menschlichen Parasiten. Leipzig u. Heidelberg 1863. pag. 568.

Distomum globiporum war in seiner Jugendform bisher nur durch eine Notiz Creplin's bekannt; man wusste dass es einen bewimperten Embryo habe. Wie man aus der hier beigefügten Abbildung sieht (Taf. XVII Fig. 5), haben wir es hier mit einer Form zu thun, die wohl den Embryonen von *D. longicolle* und *cygnoides* ziemlich nahe steht. Der länglichrunde Embryo ist stark bewimpert, zeigt Seitengefässe und hat an einem Ende eine Art Mundnapf aus dessen Mitte sich ein konischer Zapfen erhebt.

Einen kleinen Mundnapf in sehr rudimentairer Form, Seitengefässe und Flimmerüberzug finden wir auch bei dem herzförmigen Embryo von *D. folium* (Taf. XVII Fig. 6). Wagener hat ihn schon lange gekannt ihn aber nur im Vorübergehen einmal erwähnt [1].

Der Embryo von *Distomum nodulosum* endlich (Taf. XVII Fig. 7), bisher nur durch Notizen Nordmann's [2] und Wagener's [3] bekannt, ist dadurch bemerkenswerth, dass er, wie die Embryone der Monostomen, in dem schwarzen Pigmentflecken deutlich eine rundliche Linse erkennen lässt. Ausserdem zeigt er Seitengefässe, etwas diffuses Pigment und einen sehr kleinen Mundnapf.

VII.

Synoptische Embryologie der Trematoden.

Ich lasse zum Schluss der über die Trematoden handelnden Abschnitte noch eine synoptische Tabelle über die bis jetzt bekannten Embryonen von Trematoden folgen, welche ich zu meiner eigenen Bequemlichkeit, mit den betreffenden Literaturangaben versehen, angefertigt habe. Bei der Zerstreutheit der darauf bezüglichen Angaben wird sie gewiss manchem Forscher, der sich einen Ueberblick darüber zu verschaffen wünscht, willkommen sein, auch wird sie weitere Forschungen über die Biologie der Thiere erleichtern. Indem man nämlich die mit gleichen Werkzeugen versehenen Jugendformen zusammenstellt, wird man, kennt man erst einmal die weitere Verwandlung einer der zugehörigen Formen, auch denen der übrigen leichter auf die Spur kommen. Wegen des anatomischen und biologischen Details muss natürlich auf die hier citirten Schriften verwiesen werden.

---

1) L. c. Beiträge etc. pag. 26.

2) Mikrographische Beiträge, 2. Heft, 1832 pag. 139.

3) L. c. pag. 102.

I. Monogenetische Trematoden.

(Ohne Zwischenwirth und Generationswechsel.)

Das Junge unbewimpert.	Gyrodactylus (v. Siebold[1]).
	Dactylogyrus (Wagener[2]).
	Udonella (van Beneden[3]).
	Aspidogaster (Dujardin[4]).
Das Junge seitlich bewimpert.	Polystomum (Willemoes[5]) und Zeller[6]).
	Diplozoon (Zeller[7]).
	? Distomum Sternae cantiacae (La Valette[8]).

Literatur über die Embryologie der monogenetischen Trematoden.

1) v. Siebold, Diese Zeitschrift, Bd. I, 1849 pag. 362.
2) G. Wagener, Diese Zeitschrift, Bd. IX, 1858 pag. 83.
3) van Beneden, Mémoire sur les vers intestinaux. Extr. du supplém. aux Comptes rendus de l'Acad. d. sc. t. II, 1858 pag. 16.
4) Dujardin, Histoire naturelle des Helminthes, 1845 pag. 326.
5) Willemoes, Diese Zeitschrift, Bd. XXII, 1872.
6) Zeller, Diese Zeitschrift, Bd. XXII, 1872 pag. 8.
7) Zeller, Diese Zeitschrift, Bd. XXII, 1872.
8) La Valette, Symbolae ad trematodum evolutionis historiam, 1855 pag. 9. Dieser Embryo, gefunden im Darm der Sterna Cantiaca, ist sehr merkwürdig, weil man bei Distomen eine directe Entwicklung sonst nicht kennt. Da man gar nichts über die Entwicklung der Holostomen und Hemistomen weiss, bei denen eine solche ihrer grossen Eier wegen eher zu erwarten wäre, scheint es mir noch fraglich, ob das betreffende junge Thier, das dann allerdings noch bedeutende Umwandlungen zu erleiden hätte, nicht vielleicht zu solchen (gewissen Hemistomen ?) gehört?

II. Digenetische Trematoden.

(Mit Zwischenwirth und Generationswechsel.)

a. Embryo bewimpert.

Mit locker anliegendem Flimmerpelz.			Monostomum mutabile (v. Siebold[1]).
			M. flavum (Mehlis[2]) und Wagener[3]).
Mit fest anliegendem Flimmerpelz.	ohne Darmblindsack	ein oder zwei schwarze Augenflecken mit Mundnapf.	Distomum hepaticum (Creplin[4]) und Leuckart[5]).
			D. hians (Mehlis[6]) und Willemoes[7]).
			D. laureatum (Willemoes[8]).
			D. viviparum (van Beneden[9]).
		Mit Linse, Mundnapf, Pigmentflecken und Seitengefässen.	D. nodulosum (Nordmann[10]) und Wagener[11]).
		Mit Mundnapf und Seitengefässen. Augenflecken fehlen.	D. cygnoïdes (v. Siebold[12]) und Wagener[13]).
			D. longicolle (v. Siebold[14]).
			D. globiporum (Creplin[15]) und Wagener[16]).
			D. folium (Wagener[17]).
		Kein Mundnapf, keine Seitengefässe, aber corpora innominata.	partiell bewimpert, mit Stachel . . D. lanceolatum (Moulinié[18]).
			total bewimpert, ohne Stachel . . D. haematobium (Bilharz[19]).

mit Darmblindsack	zwei braune Augenflecken	Monostomum capitellatum (WAGENER[20]).
	keine Augenflecken	Amphistomum subclavatum (ZEDER[21], v. SIEBOLD[22]) und WAGENER[23]). Embryo des retortenförmigen Eies aus Aras (WAGENER[24]).
Nicht näher bekannt		D. pinnarum (WAGENER[25]). D. signatum (WEDL[26]).

Literatur über die Embryologie der bewimperten digenetischen Trematoden.

1) v. SIEBOLD, Archiv f. Naturgeschichte I, 1835 pag. 69.
2) MEHLIS, Isis, 1831 pag. 174.
3) WAGENER, Diese Zeitschrift, Bd. IX, 1858 pag. 86.
4) CREPLIN, Artikel Distomum in ERSCH und GRUBERS allgemeiner Encyclopädie, I. Section, 29. Theil, 1837 pag. 324.
5) LEUCKART, Die menschlichen Parasiten, Bd. I. 1863 pag. 564.
6) MEHLIS, Isis, 1831 pag. 190.
7) WILLEMOES, Siehe oben.
8) – do.
9) VAN BENEDEN, Les poissons des côtes de Belg. l. c. pag. 28.
10) NORDMANN, Mikrographische Beiträge, 2. Heft, 1832 pag. 139.
11) WAGENER, Beiträge etc. in den Haarlemer Verhandlungen 13. Theil, 1857 pag. 102.
12) v. SIEBOLD, Archiv f. Naturgesch. 1835 pag. 66.
13) WAGENER, l. c. pag. 111.
14) v. SIEBOLD, Lehrbuch etc. pag. 156.
15) CREPLIN, Artikel *Distomum* l. c. pag. 324.
16) WAGENER, Siehe oben.
17) – do.
18) MOULINIÉ in Mém. de l'inst. de Genève III, 1856 pag. 38 (nach LEUCKART's Jahresbericht, in WIEGMANN'S Archiv, Jahrgang XXIII, 1867. Bd. 2. pag. 193.)
19) BILHARZ, Diese Zeitschrift Bd. IV, 1852 pag. 59.
20) WAGENER, Beiträge etc. l. c. pag. 101.
21) ZEDER, Nachträge zu GOEZES Naturgeschichte der Eingeweidewürmer 1800 pag. 187.
22) v. SIEBOLD, Lehrbuch etc. pag. 156.
23) WAGENER, Beiträge etc. l. c. pag. 100.
24) WAGENER, Diese Zeitschrift, Bd. IX, 1858 pag. 87.
25) WAGENER, Beiträge etc. l. c. pag. 26.
26) WEDL, Ovologie und Embryologie der Helminthen. Wiener Sitzungsberichte, Bd. XVI, 1855. pag. 404.

Der bewimperte Embryo, den FILIPPI in seinem II. Mem. p. servir à l'hist. génét. des trématodes, 1855 pag. 7, erwähnt und abbildet und von dem er sagt, er verwandle sich in die *Cercaria virgula* der Perliden, aus der dann das *Distomum maculosum* der Schwalben hervorgehe, ist eine *Bursaria*.

b. Embryo unbewimpert.

- Viele Stacheln oder Haken am Kopfende
  - Monostomum filum (**Wagener**[1]).
  - Distomum megastomum (**Willemoes**[2]).
  - D. tereticolle (v. **Siebold**[3]) und **Wagener**[4]).
  - D. ovocaudatum (**Vulpian**[5]).
- Ein Mundstachel . . . Gasterostomum crucibulum (**Willemoes**[6]).
- Ohne Stacheln am Kopfende.
  - ohne Mundnapf
    - ohne viertheiligen Körper.
      - Monost. faba (**Willemoes**[7]).
      - Distomum perlatum (**Wagener**[8]).
      - Gasterost. fimbriatum (**Wagener**[9]).
      - Dist. mentulatum (**Wedl**[10]).
    - mit viertheiligem Körper.
      - Dist. variegatum (**Wagener**[11]).
  - mit Mundnapf . . . D. cylindraceum (v. **Siebold**[12]).

Literatur über die Embryologie der unbewimperten digenetischen Trematoden[1]).

1) **Wagener** in einer Bemerkung zum **Lieberkühn**'schen Aufsatze in **Müller**'s Archiv 1854 pag. 10, unten.
2) **Willemoes**, Diese Zeitschrift, Bd. XXI, 1871 pag. 181.
3) v. **Siebold**, **Wiegmann**'s Archiv 1835 I, pag. 66.
4) **Wagener**, Beiträge etc. l. c. pag. 25.
5) **Vulpian** in Compt. rend. de la Soc. biol. 1858 pag. 150, nach **Leuckart**'s Jahresbericht, a. a. O. Jahrg. XXVII, 1862. Bd. 2. pag. 276.
6) **Willemoes**, Siehe oben.
7) Derselbe, do.
8) **Wagener**, Diese Zeitschrift, Bd. IX, 1859 pag. 89.
9) Derselbe, An derselben Stelle.
10) **Wedl**, Ovologie etc. l. c. pag. 404.
11) **Wagener**, Diese Zeitschrift, l. c. pag. 89.
12) v. **Siebold**, **Burdach**'s Physiologie II, 1837 pag. 207.

VIII.

Ueber den Embryo des Bothriocephalus ditremus.

Durch **Siebold**, **Koelliker** u. A. weiss man, dass von den Bothriocephaliden zweierlei Eier gelegt werden, solche, welche wie diejenigen der Taenien bereits einen fertigen Embryo enthalten und meist mehrere Hüllen zeigen, und andrerseits solche, welche nur eine starke braune Hülle zeigen und noch keinen Embryo enthalten, wenn sie gelegt werden. Zu den ersteren gehören sehr viele Bothriocephalen, von denen ich die Eier des *B. proboscideus* (Taf. XVII Fig. 8, nach einer Skizze v. Siebold), des *B. rectangulus* (Taf. XVII Fig. 9) und des *B. infundibuliformis* (Taf. XVII Fig. 10 ebenfalls nach einer Siebold'schen Skizze) hier abgebildet habe.

---

[1] Es versteht sich, dass bei dieser Literaturübersicht nur diejenigen Autoren erwähnt worden sind, welche den betreffenden Embryo zuerst oder zuerst deutlicher beschrieben haben. Bei Polystomum integerrimum habe ich mir erlaubt mich vor **Zeller** zu nennen, da meine Beschreibung des Embryos in den Göttinger Nachrichten zuerst davon Kunde gegeben hat. Später erschienen dann unsere beiderseitigen Arbeiten in demselben Hefte der Zeitschrift, da ich dann gesehen habe, dass **Zeller** in seiner Arbeit, die auf viel grösserem Material basirt ist, viel weiter gekommen ist, als ich.

Diesen flimmerlosen Embryonen, deren Wanderung offenbar eine passive sein muss, steht die andre Gruppe gegenüber, die bewimpert ist, bei der also eine active Einwanderung möglich wird. Es gehört zu dieser letzteren vornehmlich der menschliche Bandwurm (*B. latus*), mit dessen Embryonen wir durch Schubart's [1]) und Leuckart's [2]) Untersuchungen bekannt gemacht worden sind. Es macht ferner, wie ich jetzt melden kann, *B. ditremus* [3]) eine ganz ähnliche Entwicklung durch. Die aus den reifen Gliedern dieses Worms (mitten im Winter) entnommenen Eier zeigen, ins Wasser gelegt, bald die Furchungsstadien und nach Verlauf von 26 Tagen entwickelt sich in ihnen ein Embryo (Taf. XVII Fig. 11) der unter lebhaften Contractionen ausschlüpft und sodann mit grosser Geschwindigkeit umherschwimmt. Derselbe misst mit der Flimmerhülle 0,077 Mm. im Durchm., ohne dieselbe 0,056 Mm. Die Eier des Thiers sind 0,049 Mm. lang und 0,035 Mm. breit. Der Embryo expandirt sich also, wohl durch Wasseraufnahme, sofort nach der Geburt ganz bedeutend. Seines Flimmerpelzes habe ich ihn sich nicht entledigen sehen, kann deshalb auch nicht sagen, ob eine solche Eiweisshülle, wie sie der Embryo des *B. latus* besitzt, vorhanden ist oder nicht. Versuche, diesen Embryo in *Cobitis fossilis* und *Rhodeus amarus*, mit denen ich ihn zusammenbrachte, einwandern zu lassen, lieferten kein Resultat.

Zu dieser Gruppe von Bothriocephaliden, welche Eier ohne Embryo mit fester Schale legen, gehört ausser vielen andern auch der schöne *B. heteropleurus* aus dem Darm des *Centrolophus pompilius*, den ich in Genua durch die Freundlichkeit des Marquis Doria zu untersuchen Gelegenheit hatte.

Ich will hier noch eine kleine synoptische Tabelle für die Bothriocephalenembryologie anfügen, in der ich natürlich nur die weniger bekannten Formen mit Flimmerpelz einzeln anführen kann:

---

1) und 2) Citat siehe unten.

3) Aus dem Darm des Colymbus septentrionalis.

Bothriocephaliden und Liguliden.

Embryo flimmerlos, Eier denen der Taenien ähnlich, mit mehreren Hüllen, ungedeckelt.	Bothriocephalus proboscideus. B. infundibuliformis. B. rectangulus. Viele Andere.	Siehe oben.
Embryo mit Flimmerpelz. Eier mit einer derben gedeckelten Hülle.	B. latus (Schubart 1) und Leuckart 2). B. ditremus (Willemoes 3). Schistocephalus dimorphus. (Willemoes 4). Ligula simplicissima (Willemoes 5). Triaenophorus nodulosus (Willemoes 6). Tetracampos ciliotheca (Wedl 7).	

Literatur über die Bothriocephalenembryologie.

1) Schubart, Tageblatt der Versammlung der Naturforscher und Aerzte in Bonn, 1857 pag. 19. Nach Diesing.

2) Leuckart, Die menschlichen Parasiten, Bd. I, 1863 pag. 759.

3) Willemoes, Siehe oben.

4) Derselbe. Diese Zeitschrift Bd. XIX, 1869 pag. 469.

5) Derselbe eodem loco Bd. XX, 1870 pag. 94.

6) Derselbe eodem loco. Dort ist auch Wagener citirt, der einen von Creplin gesehenen Embryo abbildet, der sich bereits seines Flimmerpelzes entledigt hatte.

7) Wedl, Helminthenfauna Egyptens. In den Wiener Sitzungsber. 1861 pag. 463.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVII.

Fig. 1. Rictularia plagiostoma ♀. Auf dem Rücken, etwas nach links gekehrt liegend. Die Scheide befindet sich an der Stelle, wo die feingestrichelten Haken aufhören und die schlankeren, längeren anfangen. Aus dem Darm von Vespertilio mystacinus, Berchtesgaden. Vergr. 120.

Fig. 2. Embryo im Ei des Monostomum faba. Genua. Vergr. 480.

Fig. 3. Embryo im Ei des Gasterostomum crucibulum. Genua. Vergr. 480.

Fig. 4. Embryo von Distomum hians. Curland. Vergr. 400.

Fig. 5. Embryo von Distomum globiporum. Vergr. 500. G. Wagener fecit.

Fig. 6. Embryo von Distomum folium. Vergr. 500. G. Wagener fecit.

Fig. 7. Embryo von Distomum nodulosum. Vergr. 500. G. Wagener fecit. a. Linse.

Fig. 8. Ei mit Embryo von Bothriocephalus proboscideus. Vergr. 400.

Fig. 9. Ei mit Embryo von Bothriocephalus rectangulus. Vergr. 400.

Fig. 10. Ei mit Embryo von Bothriocephalus infundibuliformis. Vergr. 400.

Fig. 11. Embryo von Bothriocephalus ditremus. München. Vergr. 720.

München, im November 1872.

Ueber die Anneliden an den Küsten der Faer-Oeer

von

Rud. v. Willemoes-Suhm.

Mit Tafel XVIII.

Den dänischen Naturforschern ist es eine schon lange bekannte Thatsache, dass die felsigen Küsten Islands und der Faer-Oeer weit ärmer an niederen Thieren sind als z. B. diejenigen Grönlands oder Dänemarks. Dies erfuhr auch ich, als ich im September 1872 in Torshavn auf Strömö angekommen, meine Schleppnetzuntersuchungen begann und unter den eingesammelten Thieren den Anneliden meine besondere Aufmerksamkeit widmete. Es wurde mir ferner bald klar, dass ich, selbst aus einer Tiefe von 60 Faden, eigentlich immer nur solche Arten erhielt, welche im Oeresund z. B. in ca. 6—10 Faden Tiefe vorkommen. Es wunderte mich nämlich zuerst sehr, niemals eine *Ophelia*, einen *Chaetopterus*, *Sipunculus* oder irgend ein Mitglied derjenigen Fauna zu erhalten, welche im Oeresund die grössten Tiefen (10—18 Faden) bewohnt und die, wie ich schliessen muss, auch hier die grössten vorhandenen Tiefen aufsucht, wo die Beschaffenheit des Grundes dieselbe ist wie diejenige ihrer Wohnplätze im Sunde. Ich habe nämlich niemals auf Schlammgrund geschleppnetzt, immer auf Sand-, Stein-, Muschel- oder Korallengrund und ich glaube, dass dies die Ursache ist, warum die folgende Liste so lückenhaft ausfiel. Ich glaube also, dass bis zu einem gewissen Grade die Beschaffenheit des Bodens dasjenige Moment ist, welches die Thiere veranlasst sich an einer bestimmten Stelle niederzulassen, aber durchaus nicht die Tiefe, so z. B. dass man gewisse Thiere, die an unsern Küsten schon bei 14 Faden (in der Kieler Bucht z. B.) anzutreffen sind, weil dort Schlammgrund ist, bei den Faer-Oeern (und vielleicht auch bei Island) erst in einer Tiefe von 60—100 Faden antreffen wird. Ich will selbstverständlich nicht damit behaupten, dass ich alle diese Thiere für befähigt halte eigentliche Tiefseethiere (300 Faden und darüber) zu werden, wenn nur der Grund ihnen behagt, wohl aber, dass es gewisse Arten giebt, die an unsern Küsten in verhältnissmässig seichtem Wasser leben, welche man an denen anderer Länder, wenn auch das Thier daselbst vorkommt, erst da antreffen wird, wo die betreffenden Grundverhältnisse es gestatten, sei auch der Unterschied 50—80 Faden gross.«

Da bei Malmgreen's Liste der nordischen Anneliden [1]) die Faer-Oeer nur selten berücksichtigt sind, wird das Folgende als ein kleiner Beitrag zur Thiergeographie immerhin Werth haben. Einige hier erörterte anatomische Verhältnisse werden, denke ich, ebenfalls dem Leser von Interesse sein. Die an den Faer-Oeer beobachteten polichaeten Anneliden sind folgende:

1. Aphrodite aculeata L. Einmal nach einem heftigen Sturm aus Osten im Hafen von Torshavn, wohin sie wohl nur ausnahmsweise getrieben worden war, da sie sonst erst in grösseren Tiefen vorkommen soll (30—40 Faden).

2. Lepidonotus squamatus L. Ueberall sehr gemein.

3. Sigalion Idunae Rathke. Zweimal bei ca. 12 Faden Tiefe im Naalsöfjord. Die höchst merkwürdigen Borsten an den Tentakularcirren benutzt diese Species (wie auch Leanira tetragona) wohl in der Art wie Pectinaria auricoma ihre goldigen Grabborsten. In die Mundöffnung führt eine stark flimmernde Rinne, gebildet von den Kolben der Tentakularcirren, dem mittleren Tentakel und einem abgerundeten als Unterlippe fungirenden Organ, das gerade unter dem mittleren Tentakel liegt. Das Thier scheint sehr zart und vergänglich zu sein, denn beide Exemplare, welche ich erhielt, waren todt und beschädigt.

4. Phyllodoce maculata Müll. Hafen von Torshavn.

5. Ph. badia Mgrn. Hafen von Torshavn.

6. Eulalia viridis Müll. Aus dem Hafen von Torshavn und dem Naalsöfjord (50 Faden T.)

7. Autolytus fallax Mgrn. Hafen von Torshavn.

8. Eusyllis monilicornis Mgrn. Naalsöfjord. In die Mundhöhle münden 2 Speicheldrüsen. Auf den ausstülpbaren Schlund folgt ein breiter kurzer Vormagen, der erst in den gelblich grünen Magendarm führt.

9. Syllis armillaris Müll. Naalsöfjord, 50 Faden Tiefe.

10. S. fasciata Mgr. Hafen von Torshavn und Naalsöfjord (15 Faden Tiefe).

---

[1]) Annulata polychaeta Spitsbergiae, Islandiae, Grönlandiae et Skandinaviae. 1867.

11. Nereis pelagica L. Häufig im Hafen von Torshavn etc.

12. Nereis zonata Mgrn. Naalsöfjord.

13. Glycera alba Rathke. Ein Exemplar im Kongshavn in geringer Tiefe. Da ich das Thier lebend untersuchte, bemerkte ich hier ein sehr interessantes Tastorgan, wie es meines Wissens bei Anneliden noch nicht beobachtet worden ist. Am Grunde des sehr langen Kopfrüssels (bei einem ca. 50 Mm. langen Exemplar 1 Mm. lang) bemerkte ich nämlich neben der Mundöffnung jederseits zwei kleine ein und ausstülpbare Tentakeln, die ganz wie die Fühlhörner einer Schnecke fungiren (Fig. 1 $x x$). Die Oberfläche eines solchen ausgestülpten Fühlers flimmert sehr lebhaft (Fig. 2). In Fig. 3 habe ich dasselbe im eingestülpten Zustande gezeichnet. Den bisherigen Untersuchern scheinen diese Organe entgangen zu sein, was wohl dadurch zu erklären ist, dass sie es meist mit Weingeistexemplaren zu thun gehabt haben und die betreffenden Organe dann ihrer Kleinheit wegen schwer sichtbar sein dürften.

14. Aricia Cuvieri Aud. et M. E.? Wegen mangelnder Literatur bin ich nicht ganz sicher ob die Bestimmung richtig ist. Ich fing drei Exemplare nach einem Sturm aus Osten in der Torshavner Bucht, in der ich sie sonst nicht fand.

15. Siphonostomum plumosum Müll. Im Naalsöfjord nicht häufig. Nach einem Sturm auch im Torshavner Hafen.

16. Spio seticornis Fabr. Sehr gemein im Hafen von Torshavn. Die Larven dieser Anneliden waren die einzigen Annelidenlarven, die im September noch im Auftrieb sich finden liessen.

17. Leucodore coeca Oerst. Der appendix disciformis dieser im Hafen von Torshavn ziemlich häufig vorkommenden Art erinnert einigermassen an die »Glocke« der männlichen Echinorrhynchen, kommt hier aber auch den Weibchen zu (Fig. 4). Die Längsmuskeln gehen von der Mitte strahlenförmig nach dem Rande zu und erzeugen so ein Bild, als seien sehr viele Stäbchen dem Organ eingelagert. — Die beiden stumpfen Kolben rechts und links am Kopf des Thiers, deren Oberfläche stark flimmert (Fig. 5), sind wohl als Analoga der Tentakeln bei Leucodore ciliata Johnst. aufzufassen, welche letztere, bei Kiel so gemeine Art, ich auf den Faer-Oeer nie gefunden habe.

18. Pectinaria granulata L. Sehr häufig. Ich habe viele Pectinarien genauer untersucht und nie eine andre als diese Art, die auch bei Island und Grönland vorkommt, gefunden.

19. Amphitrite Johnstoni Mgrn. Häufig im Hafen von Torshavn.

20. **Terebella zostericola** Oerst. Naalsöfjord. Das gefundene Exemplar war grösser als die in der Kieler Bucht vorkommenden.

21. **Terebella Danielsseni** Mgrn. Naalsöfjord.

22. **Laphania Boeckii** Mgrn. Häufig.

23. **Amphicora Fabricia** Müll. An der Klippe von Torshavn. Die einzige der von Schmidt hier studirten Anneliden[1], welche ich wiedergefunden habe.

24. **Serpula vermicularis** L. Gemein.

25. **Spirorbis borealis** Dand. Gemein.

Rendsburg, im November 1872.

---

[1] Neue Beiträge zur Naturgeschichte der Würmer, Jena 1849.

Erklärung der Abbildungen. (Vergr. 100.)

Taf. XVIII.

Fig. 1. Vordertheil der Glycera alba Rthke. *A* Kopfrüssel, *C* Höhle in demselben, *B* erstes Borstensegment. *x* Tastfühler im ausgestülpten Zustande.
Fig. 2. Ein Tastfühler in grösserem Massstabe gezeichnet, ausgestülpt.
Fig. 3. Derselbe eingestülpt.
Fig. 4. Hintertheil von Leucodore coeca Oerst. *ad* appendix disciformis.
Fig. 5. Kopfende desselben Thiers mit Blutgefässen.

Ueber die Fauna der Binnenseen auf den Faer-Oeer.

Von

Rud. v. Willemoes-Suhm.

Der Niederschlag des Wassers auf den Faer-Oeer, wo die jährliche Regenmenge eine 12 mal so grosse wie in Kopenhagen ist, ist sehr bedeutend und überall sieht man daher von den Bergen das Wasser in kleineren oder grösseren Bächen herniederrieseln. Auf den Plateau's, kolossalen Trümmerfeldern abgerissener Basaltstücke, wie z. B. zwischen Kirkehö und Torshavn, sowohl wie in den Thälern kommt es dabei zur Bildung zahlreicher Seen der verschiedensten Grösse. Unter den bedeutenderen sind hervorzuheben 1) Sörvaagsvatn auf Waagö. Dieser ist der grösseste von Allen, beinahe $^3/_4$ Meilen lang, $^1/_8$ Meile breit und 16—23 Faden tief. An seinem südlichen Ende fliesst eine Elv (kleiner Bach) aus dem See, der sich aus einer Höhe von 12—15 Faden ins Meer niederstürzt, 2) Fjellevatn, im Norden von Waagö, ist $^1/_4$ Meile lang und $^1/_{12}$ Meile breit, 3) Leinumvatn, auf Strömö, $^1/_8$ Meile lang; soll nach Angaben der Fischer bis zu 30 Faden tief sein, 4) Loftevand auf Oesterö, ein kleiner nur ca. 6 Faden tiefer See und endlich 5) Kjirkin-Vatn hoch oben auf den Felsen von Famöjan auf der Südinsel. Ausserdem findet man noch eine Menge kleinerer Seen und Teiche, welche von den niederrieselnden Bächen gespeist werden, die sich aus ihnen wieder als grössere Elven ihren Weg zwischen den Basaltfelsen durchbahnen.

Die Angaben über die Grösse der Seen sind nach dem gewissenhaften Pastor Landt [1]) gemacht, der auch etwas über ihre Bewohner zu melden weiss: »Einige von den Elven enthalten auch Forellen, welche man nach Regenwetter fängt, theils mit der Angel, theils indem man sie mit einem Stocke todtschlägt oder mit der Hand. Doch ist dieser Fang nicht von grosser Bedeutung. Einige Seen und stehende Gewässer findet man ebenfalls in den Bergen, wo Forellen gefangen werden, wenn auch selten in grösserer Menge. Der grösste und fischreichste Binnensee, den ich kenne, findet sich auf Waagö, wo man manchmal mehrere Tonnen Forellen fangen kann. Leinumvatn und mehrere kleinere stehende Gewässer oberhalb des Kollefjord auf der nördlichen Strömö sind noch weniger fischreich, in diesen letzteren findet man auch eine Art Forellen, welche roth unter dem Bauch sind und deshalb »Rödmaver« genannt werden. In einigen Elven und Seen finden sich auch Aale, obgleich nicht in Menge und selten von bedeutender Grösse und mehr Arten Süsswasserfische auf den Faer-Oeer kenne ich nicht«. Merkwürdig, dass der gute Pastor hier nicht auch den Stichling noch erwähnt hat, der doch in allen Pfützen in der Umgegend von Torshavn so gemein ist! (Im Verzeichniss der Fische, die er kennt, nennt er ihn übrigens).

Ich selbst beschloss, mir, während meines Herbstaufenthaltes auf den Faer-Oeer, wo möglich einige Aufklärung über die Fauna der Binnenseen zu verschaffen. Leider war aber der einzige von Torshavn, wo ich mich aufhielt, leicht zu erreichende See, das Toftevand, einer der kleineren. Nichtsdestoweniger liess ich mich nach Tofte einem kleinen »Dorf« am Krugshavn auf Oesterö rudern und stieg mit meinen

---

[1]) Landt, Forsög hil an Beskrivelse over Faer-Oerne. Kjöbenhavn 1800.

4 Ruderern, welche das Schleppnetz und die Taue tragen mussten, über den Bergrücken. Schreiend umkreiste uns *Haematopus ostralegus* und liess sich ganz in unserer Nähe nieder, *Numenius phaeopus* flog ebenfalls gar häufig vorüber. Das Toftevand liegt in einem nach einer Seite hin offenen Bergkessel. Die Ufer sind felsig aber nicht steil, mit mooriger Erde bedeckt, aus der Torf gegraben wird. Darauf wachsen Erica, Moose und Gramineen [1], von denen die zahlreich dort weidenden Schafe sich ernähren. Unter den zerstreuten Steinen finden wir *Limax agrestis* und *Lumbricus agricola*. Der See selbst ist sehr klein, wird von den Elven gespeist, die von den Bergen herabrieseln und hat nach der einen Seite einen Ausfluss, der sich in den Königshafen ergiesst. Das Ganze erinnerte mich lebhaft an einen kleinen See unter dem Gipfel des Kahlersbergs, den ich einst im bayerischen Hochgebirge besuchte.

Namentlich mit Hinblick auf die Resultate, welche die Untersuchungen der schwedischen Seen geliefert haben, schien es mir nun interessant, die Tiefen hier genauer zu untersuchen. Die grösste Tiefe des Sees, an der ich das Schleppnetz zuerst niedersenkte, beträgt 5 Faden. Es kam eine grosse Masse schwarzer Moorerde zum Vorschein, in der sich auch bei genauester Untersuchung nichts anderes fand als einige röthliche Dipterenlarven, die ich später Herrn Professor Schiödte zur genaueren Untersuchung übergeben habe. Ich liess sodann bei 4 Faden Tiefe an einer Stelle weiter nach dem Ausfluss zu auswerfen, erhielt aber auch hier nichts als lehmigen Schlamm und einige Wurzeln, zwischen denen sich kein lebendes Wesen erblicken liess. Endlich wurde noch verschiedentlich in der Nähe des Ufers zwischen den dort wachsenden Wasserpflanzen gedredgt, aber immer umsonst. In diesen fand ich nicht einmal den *Gammarus*, die Wasserkäfer und Fliegenlarven welche nebst Cyclopiden in den kleinen Tümpeln oberhalb der Schanze von Torshavn so gemein sind. Das Resultat ist also ein negatives: in Toftevand ist nichts zu suchen, vielleicht liefern indessen Sörvaagsvatn oder Leinumvatn, wo grössere Tiefen sind, günstigere Resultate. Namentlich der letztere See interessirte mich seiner Fische wegen ungemein; aber Anfangs hiess es, es sei kein Boot da und später als ich in Erfahrung gebracht hatte, dass doch ein Schifferkahn vorhanden sei, war das Wetter zu schlecht. Ich begnügte mich also damit einen Mann auf den Fischfang dahin abzusenden und erhielt ein Dutzend Forellen von denen 6 unzweifelhaft unserer *Trutta fario*, (Schmarda's Zoologie II. pg. 331) angehörten, während die 6 anderen die schon von Pastor Landt erwähnten »Rödmaver« mit dem rothen Bauche waren. Diese letzteren waren ca. 9—10″ lang und sind meiner Ansicht nach nichts weiter als der in Schottland ja ebenfalls vorkommende *Salmo salvelinus*. Sysselmand (Vogt) Müller [1]), der sie unter dem Namen *Salmo alpinus* ans Kopenhagener Museum bereits eingesandt hatte, erzählte mir, dieser Fisch werde hier niemals über einen Fuss lang, komme nur im Leinumvatn (aber hier in Menge) und vielleicht auch im Kjirkinvatn auf der Südinsel vor. Ausser diesen beiden Salmoneern aber erhielt ich aus den Elven der Umgegend von Torshavn noch eine dritte silberfarbene Forelle, die schlanker als Trutta trutta und ohne deren rothe Puncte ist. Vielleicht war das Trutta trutta Meerforelle (Schmarda's Zoologie II. pg. 330). Da ich im Begriff bin mit der Englischen Expedition um die Erde abzusegeln und die Objecte nach München unterwegs sind, kann ich darüber nichts Genaueres feststellen, hoffe aber, dass Herr von Siebold, in dessen Hände sie kommen, hierüber Näheres berichten wird. Ausser diesen 3 Salmoneern kommt nun im Meere aber noch einer vor, von dem man mir sagte, er stiege nicht in die Elven und würde sehr gross. Während meiner Anwesenheit wurde keiner von diesen gefangen, so dass ich nichts weiter darüber sagen kann. — Im süssen Wasser und in den Binnenseen der Faer-Oeer insbesondere kommen ausser jenen 3 Forellen-Formen nur noch 2 Fischarten vor: der Aal und der Stichling. Von ersterem fing ich ca. 3—4 Zoll lange Exemplare in den kleinen Bächen, welche über die Klippen ins Meer tröpfeln. Um da hinauf zu kommen bedarf es in der That einer aalartigen Behendigkeit! Weiteres über die Naturgeschichte des Aals habe ich nicht in Erfahrung bringen können. Der Stichling (Gasterosteus aculeatus) endlich lebt, wie gesagt, überall in den Pfützen auf den Klippen und ist unter dem Namen »Kompikkji« den Faeringern und als »Hundesteilen« den dänischen Bewohnern dort wohlbekannt.

---

[1] Bäume und Gesträuche wachsen bekanntlich auf den Faer-Oeer nicht wild.

Rendsburg im November 1872.

---

[1]) Ich muss hier dankbar der liebenswürdigen Unterstützung gedenken, welche mir sowohl Sysselmand Müller wie Hr. Randrup bei meinen Excursionen auf den Faer-Oeer haben angedeihen lassen.

Zusatz von C. v. Siebold.

Die Süsswasserfische, welche Herr v. Willemoes auf den Faer-Oeer gesammelt hat und deren Besitz das hiesige zoologische Cabinet demselben zu danken hat, wurden von mir einer näheren Musterung unterworfen, nach welcher ich den obigen Bemerkungen noch Folgendes hinzufügen kann.

In Betreff der eingesendeten Salmoneer, welche sich in einer grösseren Anzahl von Exemplaren vorfanden, habe ich zuerst zu bemerken, dass sich unter denselben zwölf Individuen als *»Rödmaver«* zu erkennen gaben, von denen sieben Stücke rothbäuchige Männchen und fünf Stücke weissbäuchige Weibchen waren. Die breiten Brust und Bauchflossen sowie die breite Afterflosse der Milchner zeigten sich meist schön roth gefärbt mit dem characteristischen milchweiss gefärbten Vorderrande derselben, welcher an den fünf Rogenern kaum auffiel, deren paarige Flossen und Afterflosse überdies schmutzig gelb gefärbt und um vieles schmächtiger entwickelt waren. Die hellen Flecke, welche sonst bei anderen Saiblingen an den Seiten des Leibes, meist oberhalb der Seitenlinie vorkommen, fehlten an allen zwölf Exemplaren dieses *Salmo salvelinus* L., als solchen hat Herr v. Willemoes diesen edlen Salmoneer bereits richtig erkannt. Zwar führt Landt diesen Fisch in seiner oben erwähnten Beschreibung der Faer-Oeer (pag. 279) als *Salmo alpinus* auf, mit welchem Namen Linné den nordischen Saibling von dem Saibling der mitteleuropäischen Alpen-Seen unterschieden hat. Ich habe es früher in meiner Schrift: »Die Süsswasserfische von Mitteleuropa« (Leipzig 1863 pag. 286) nicht gewagt, Linné's *Salmo Umbla* (aus Italien und der Schweiz) und *Salmo salvelinus* (von Oesterreich) mit dessen *Salmo alpinus* (von Lappland und England) als ein und dieselbe Art zu betrachten, da mir damals keine Exemplare des nordischen Saiblings als Vergleichs-Object zu Gebote stand; jetzt, seitdem ich im Besitze von verschiedenen nordischen Saiblingen bin, welche theils aus Lappland, Island, theils von den Faer-Oeer stammen, stehe ich keinen Augenblick an, die nordeuropäischen Saiblinge mit dem mitteleuropäischen Saibling für eine und dieselbe Art zu erklären. Es zeigt sich an den nordischen Saiblingen ganz dieselbe Eigenthümlichkeit, je nach den Verschiedenheiten ihres Aufenthaltsortes in Farbe, Zeichnung und Physiognomie ebenso zu variiren, wie das bei den Saiblingen der verschiedenen schweizer, bayrischen und österreichischen Alpenseen der Fall ist.

Die sechs Salmoneer, welche Herr v. Willemoes für *Trutta Fario* erklärt hat, gehörten der rothfleckigen Forellenform an. Drei silberfarbene schwarzgefleckte Forellen, welche von Herrn v. Willemoes als zu *Trutta Trutta* gehörend aufgefasst worden sind, habe ich ebenfalls für nichts anderes halten können.

Der von demselben erwähnte Stichling war in der Sendung durch zwei Individuen repräsentirt, die sich genau als *Gasterosteus semiarmatus* Cuv. herausstellten, wie diese Varietät des *G. aculeatus* sich in Yarrell's British Fishes, (second edit. Vol. I. p. 90) abgebildet findet.

Eine ganz junge *Anguilla vulgaris*, welche sich in derselben Sendung ebenfalls noch vorfand, und die Länge von 62 Mm. und die Dicke von 2 Mm. besitzt, liefert den Beweis, dass die im Meere zur Entwicklung kommende Aalbrut, welche zu ihrem weiteren Wachsthum das süsse Wasser aufsuchen muss, auch auf den Faer-Oeer die schwierigsten Hindernisse zu überwinden im Stande ist.

Durch diesen Beitrag, welchen Herr v. Willemoes zur Kenntniss der geographischen Verbreitung der Süsswasser-Fische geliefert hat, wissen wir jetzt, dass, nachdem schon Landt dieselben fünf Arten von Süsswasser-Fischen in seiner Beschreibung der Faer-Oeer (s. oben pag. 275, 278 und 279) aufgeführt hat, heute noch diese mitten im Nordmeer ganz isolirt gelegene Inselgruppe sich durch eine ausserordentliche Armuth an Süsswasser-Fischen auszeichnet. In Krøyer's bekanntem sehr umfangreichen Fischwerke (Danmarks Fiske. Kjøbenhavn 1838—1853) habe ich übrigens ganz vergeblich nach einer Notiz über das Vorkommen von Süsswasser-Fischen auf den Faer-Oeern gesucht.

München im März 1873.

C. v. Siebold.

Zahnbein, Schmelz und Cement

eine vergleichend histologische Studie

von

Dr. J. Kollmann
a. o. Prof. a. d. Univ. München.

Mit Tafel XIX—XXI.

Die Structur der Zähne bietet noch manches schwierige Räthsel. Dahin gehört z. B. Wesen und Ursprung jener sog. »Contourlinien«, die man auf Quer- und Längsschnitten des Zahnbeins längst gesehen, von deren genauer Kenntniss wir aber bis zur Stunde noch so weit entfernt sind, dass jede neue Abhandlung nur die Schwierigkeit des Verständnisses vermehrt. Mich hat das Studium der Entwicklungsgeschichte der Zähne zu einer wiederholten Beobachtung dieser seltsamen Linien gedrängt. Ich theile die Resultate mit, in der Ueberzeugung, dadurch wenigstens eine Sichtung der vorhandenen, wohlerkannten Thatsachen zu erreichen. Man wird verzeihen, wenn ich dabei die Literatur und die Bemerkungen der neuesten Handbücher, soweit sie nicht Thatsächliches enthalten, ignorire. Das Capitel der »Contourlinien« ist durchaus nicht dazu angethan, rasch eine Verständigung zu ermöglichen, so lange man auf dem Boden der früheren Meinungen stehen bleiben will. Es unterliegt ja keinem Zweifel, die eine oder andere Sorte dieser Linien ist richtig beschrieben worden, ein willkommener Schatz von Thatsachen ist bereits zu Tage gefördert, aber hier wurde willkürlich getrennt, dort zusammengeworfen oder dieselben Eigenthümlichkeiten mit verschiedenen Namen belegt, so dass völlige Verwirrung herrscht. Es rührt dies zum Theil davon her, dass die Zahl der untersuchten Species zu gering war, und der Nachdruck auf Nebensächliches fiel, statt das Typische der Erscheinung zu verfolgen. Ich habe nun Repräsentanten aus den meisten Ordnungen des zahntragenden Wirbelthierreiches untersucht, und die gemeinsamen Merkmale im Verlauf jener viel studierten Zahnröhrchen in's Auge gefasst. Meine Absicht ging dahin, die gleichmässig wiederkehrenden Eigenthümlichkeiten nachzuweisen und die Bedingungen zu erfahren, unter denen sie sich entwickeln. Bei der Schwierigkeit, die Wachsthumsvorgänge zu verfolgen, die Entstehung dieser Linien unter den Augen zu beobachten, sieht man sich gezwungen, mit Wahrscheinlichkeiten zu rechnen und zur Hypothese zu greifen. So enthalten auch die folgenden Blätter genug des Hypothetischen, mit andern Worten genug des Lückenhaften, und ich fühle wohl dass ich weit hinter dem gesteckten Ziele zurückgeblieben bin. Ja noch mehr, ich muss meine eigenen früheren Angaben über die »Contourlinien« vom Jahr 1869 (diese Ztschft. Bd. XX) kritisiren und verbessern. Es war eine irrige Anschauung, wenn ich glaubte »die zweite Sorte von Contourlinien die man neben den durch Interglobularräumen bedingten findet, rühre von schief getroffenen Zahnröhrenreihen her«. Das Aussehen der Linien beim Flusspferd und Hirscheber hatte mich getäuscht. Ich glaubte an bestimmten Stellen Röhren zu sehen, welche, durch den Schnitt getroffen, eine Ablenkung des Lichtes bedingen, glaubte abgekuppte Wellen der Zahnröhren vor mir zu haben. Eine fortgesetzte Untersuchung hat nun gezeigt, dass Linien hervorgerufen durch Schnittführung sehr selten sind, und dass jene, die ich früher dafür gehalten, wirklichen Biegungen der Röhren entsprechen, wie sie in Fig. 3 und 4 Taf. XX abgebildet sind. Ich hatte mich damals gesträubt, solch' welligen Verlauf in der harten Masse der Dentine anzunehmen und bin dadurch zu einer falschen Deutung gekommen. Die Erklärung und Aufstellung der »zweiten Sorte von Contourlinien« von damals muss somit abgeändert werden, wie gleich nachher geschehen soll.

Zunächst will ich hier hervorheben, dass ich den Namen »Contourlinie« theilweise aufgeben werde. Die Zusammenfügung zweier Worte, die in diesem Falle völlig gleichbedeutend sind für eine und dieselbe Sache, scheint mir eine ungerechtfertigte Verschwendung. Der Ausdruck »Linie« genügt für sich allein schon, und entspricht auch am besten den Streifen, die man im Zahnbein gefunden hat.

Noch habe ich, ehe das Capitel der Mittheilungen beginnt, dankend der Unterstützung mit Material zu gedenken durch die HH. v. Bischoff, v. Siebold, E. Voit von hier und Dr. Stein aus Frankfurt. Auch denen bin ich verpflichtet, die ihre freundliche Zusage im gegebenen Augenblick zurückgenommen haben, wurde ich doch dadurch zu einem schnelleren Abschluss dieser Arbeit gedrängt, welche bei dem Reichthum der Formen sich in's Endlose auszudehnen drohte.

Die Zähne aller Thiere, von denen hier die Rede ist, haben die Zahnröhren senkrecht zur Grundfläche, von der aus sie sich entwickelt haben. Man hat diese Thatsache auch so ausgedrückt, dass sie senkrecht stehen auf der Innenwand der Pulpahöhle.

Doch soweit meine Untersuchungen über den Verlauf dieser Röhren bei Fischen, Amphibien und Säugethieren reichen, niemals beschreiben sie eine gerade Linie.

Die Ablenkung kann einfacher Art sein: sämmtliche Röhren beschreiben grosse Biegungen oder Curven, die entweder in der sagittalen oder transversalen Ebene liegen. In der schematischen Fig. 2 Taf. XIX sind solche Curven aus der Backzahnkrone, der -wurzel des Menschen, aus dem Schneidezahn des zweijährigen Kindes, aus dem Stosszahn des wilden Ebers gezogen. Diese einfache Art des Verlaufes kommt zumeist vor beim Menschen, den Affen, in einigen Zähnen von Hund und Katze, bei Mäusen und Ratten, bei Castor und bei vielen Fischen.

In zahlreichen Fällen wird jedoch dieser einfache Verlauf dadurch complicirt, dass alle Zahnröhren oder nur eine bestimmte Region an derselben Stelle Knickungen erfahren, welche von oben gesehen Wellen gleichen (Fig. 3 und 4 Taf. XX).

Diese Knickungen können klein oder gross sein, ja es kommen selbst beide Formen nebeneinander in ein und demselben Zahn vor. Die schematische Abbildung des Verlaufes einer Zahnröhre im idealen Durchschnitt (Fig. 2 Taf. XIX) verzeichnet mehrere solcher Fälle. Bei Sus scrofa finden sich neben den Curven auch kleine Knickungen der Röhre; beim Flusspferd kleinere am Rand des Zahnes, grosse in der Mitte (Vergl. auch Fig. 3 Taf. XX); beim Rhinoceros nur grosse (Vergl. auch Fig. 4 Taf. XX); der Backzahn des Elephanten (Fig. 5 Taf. XX) und des Pferdes (Fig. 6 Taf. XXI) enthalten im Gegensatz zum Zahn des Flusspferdes kleine Knickungen in reicher Zahl, grosse sind spärlich. Doch stets ist dabei noch die Curve nachzuweisen. Am complicirtesten ist der Verlauf der Zahnröhre im Stosszahn des Elephanten, dessen schematische Darstellung der Vollständigkeit halber hier nicht fehlen durfte: die grossen Knickungen sind noch complicirt durch die kleineren.

Man sieht, der Verlauf der Zahnröhren ist sehr verschieden, zeigt mannigfache Störungen.

Der geringste Grad ist erkennbar an der Existenz einer oder mehrerer Curven.

Ein höherer Grad liegt vor, wenn den Curven noch kleine

Knickungen zugesellt sind, welche äusserst feine zarte Linien bedingen (bei 30mal. Vergrösserung) Fig. 7 *k* Taf. XXI[1]).

Die Complication des Verlaufes steigert sich, wenn zu den Curven grosse Knickungen kommen, deren Lichtreflex schon mit freiem Auge oder einer schwachen Loupe sichtbar ist.

Ein vierter Grad, wenn ausser den Curven gleichzeitig grosse und kleine Knickungen zu finden sind. Hippopotamus (Fig. 3 Taf. XX); Elephas (Backzahn) (Fig. 5 Taf. XX); Pferd (Fig. 6 Taf. XXI).

Von der leichten Curve bis zu den auffallenden Knickungen, wie sie die schematische Darstellung Taf. XIX Fig. 2, Taf. XX Fig. 3 und 4 versinnlichen, giebt es alle möglichen Uebergänge.

Man kann demnach auf einem Zahnschliff folgenden Aenderungen des Röhrenverlaufes begegnen.

1. Curven allein.
2. Curven und kleinen Knickungen (man constatirt sie am besten bei auffallendem Licht).
3. Curven und starken Knickungen.
4. Curven, starken und schwachen Knickungen.
5. Streifen, welche durch die Schnittführung hervorgerufen sind (sehr selten).
6. Linien, hervorgebracht durch Interglobularräume (Taf. XIX Fig. 1 *i*, Taf. XX Fig. 3, 4 *i*); ihre specielle Beschreibung geschah schon früher a. a. O. Ausserdem sind
7. hier noch zu erwähnen die kleinen Krümmungen der Röhren, von denen Welker nachgewiesen hat, dass sie mit Schraubenwindungen zusammenhängen. Diese heissen bei Owen: Undulationen.

Es ist eine regelmässige Erscheinung, dass bei complicirtem Verlauf die kleinen Knickungen den Rändern der Dentine zunächst liegen, während die starken dem Centrum nahegerückt sind (Vergl. Fig. 1, *k* und die schematische Darstellung vom Verlauf einer Zahnröhre bei Hippopot. Fig. 2 Taf. XIX).

Die Curven und Knickungen der Zahnröhren zeigen den Weg an, den die Pulpa und die auf ihr festsitzenden Odontoblasten neh-

---

1) Curven oder grosse Biegungen liegen vor, wenn zwischen den beiden Endpuncten der Curve wenigstens eine Abscisse von 1—2 Mm. Länge liegt. Grosse Knickungen sind für mich Curven, deren Abscisse $^1/_{10}$—$^1/_{20}$ Mm. beträgt. Kleine Knickungen haben eine Abscisse oft nur von $^1/_{75}$ Mm.

men mussten bei ihrem Rückzug von den äussersten Zahnbeinschichten [1]).

Die Art des Rückzuges ist also einfach oder erleidet Störungen, wie sich aus den Curven und Knickungen der Röhren entnehmen lässt. Sie ist verschieden bei verschiedenen Thieren. Selbst bei einem und demselben Individuum kommen Unterschiede in Grösse und Menge der Curven und Knickungen vor. Leicht sind Unterschiede an den Zähnen ein und desselben Kiefers bei dem Menschen, Hund und unsern grossen Hausthieren zu constatiren.

Man hat geglaubt aus der Existenz dieser Linien, die man freilich nur sehr oberflächlich kannte, auf einen periodischen Stillstand im Wachsthum des Zahnes schliessen zu dürfen; nahm an, dass die Bildung des Zahnes absatzweise vor sich gehe, so dass bei jeder Bildungsperiode die Röhre eine gewisse Biegung anfange oder beendige. Es liegt aber keine Beobachtung vor, welche einer solchen Annahme günstig wäre. Die Zähne wachsen continuirlich bis zu ihrer Vollendung. Ueberdies vermag periodischer Stillstand keine Curven und Knickungen zu erzeugen.

Die Vorgänge während des Wachsthumes zeigen vielmehr, dass die Curven und Knickungen als Druckerscheinungen aufgefasst werden müssen.

Stetig anhaltender Druck vermag jedoch ebenso wenig, als periodischer Stillstand solche Ablenkung von der geraden Linie zu erzeugen.

Diese entsteht nur durch Druckschwankungen. Nur wechselnder Druck wird hier Curven und Knickungen hervorbringen.

Form und Grösse der Knickungen giebt die relative Grösse der Druckschwankungen an. Die Spitze der Welle entspricht dem Zeitpunct des stärksten, der gerade Verlauf der Röhre zwischen zwei Wellen dem des geringsten Druckes.

Wellenberge und Wellenthäler (Vergl. die schemat. Fig. 2 Taf. XIX) lassen erkennen, wie oft der gesteigerte Druck sich wiederholte, ob dies regelmässig geschah und mit gleicher Intensität oder verschiedener. Die durch Knickung der Röhren entstandenen Linien sind Zeichen, mit denen die Pulpa die Ereignisse während des Wachsthumes in die harte Zahnmasse eingeschrieben hat.

Für »schwache und starke Knickungen« kann man auch die Bezeichnung: »schwache und starke Drucklinien« einführen.

---

[1]) Eine solche Auffassung ist gerechtfertigt, wenn man, abgesehen von anderen Erscheinungen während des Wachsthumes, nur auf die Entstehung der Zahnröhren Rücksicht nimmt.

Die Verschiedenheit der Curven, der schwachen und starken Drucklinien, erklärt sich aus dem verschiedenen Grad der Widerstände. Der eine Zahn begegnet grösseren und häufigeren als der andere.

Die Widerstände liegen in der Zähigkeit des Alveolendaches, in der Härte der den Zahn umschliessenden Knochenwände, durch welche der Zahn sich hindurch drängen muss. Dies gilt namentlich von den continuirlich wachsenden Zähnen. Ihre Wachsthumsvorgänge zeigen deutlich, dass die Pulpa nicht allein das producirende Organ ist, sondern auch die den Zahn forttreibende Kraft.

Die Drucklinien zeigen auf dem Querschnitt der Zähne bald vollständig geschlossene Ringe (Sus babirussa — Sus scrofa — Hund (Eckzahn), — Pferd — Rind — Kaninchen — Elephant (Stosszahn) bald nur Abschnitte eines solchen, Segmente eines Kreises. Aus der Vollständigkeit oder Unvollständigkeit dieser Ringe lässt sich ersehen ob der Zahn gleichmässig, in seinem ganzen Umfang, emporgehoben wurde, oder ob ruckweise bald die eine, bald die andere Seite herausgetrieben ward. Ein ausgezeichnetes Beispiel der zweiten Art ist der Zahn von Hippopotamus, bei dem die starken Linien (* Fig. 1 Taf. XIX) weder vollständige Ringe bilden noch streng symmetrisch angeordnet sind.

Ich habe meine Erfahrungen über Verlauf der Zahnröhren und die Entstehung der Drucklinien der Detailschilderung vorausgeschickt. Später soll noch von den Linien im Schmelz, von denen im Cement und von den Schraubenwindungen die Rede sein.

I.

Die Curven der Zahnkanälchen,

welche hauptsächlich den Perlmutterglanz des Zahnbeins bedingen.

In jedem Zahn verlaufen die Röhrchen von der Pulpahöhle zur Peripherie mehr oder weniger Sförmig gekrümmt, niemals ganz gerade. Sie beschreiben alle, namentlich auf Längsschliffen leicht zu sehen, eine schöne Wellenlinie. Diesen geschwungenen Verlauf übersieht man am besten mit der Loupe oder mit ganz schwachen Vergrösserungen (10—15 mal); denn die grossen und kleinen Knickungen treten bei solch schwacher Vergrösserung zurück und nur der grosse Zug dieser dichtgedrängten Röhrchen fällt ins Auge.

Bei den Zähnen des Menschen lassen sich an diesem geschwungenen Verlauf meist zwei Wellenberge erkennen, welche an den Grenzen des Zahnbeines: in der Nähe der Pulpahöhle und an der äusseren Fläche am stärksten sind, dazwischen ist das langgezogene Wellenthal. Von diesen grossen Biegungen der Zahnkanälchen hängt der Atlasglanz ab, welcher namentlich bei trockenen Zähnen so auffallend ist. Je nach dem Winkel, in welchem diese Krümmungen zu dem Lichte sich befinden, erscheinen abwechselnd die Convexitäten und Concavitäten irisirend. Nachdem gerade dieses Verhalten der Zahnkanälchen in den neueren Schriften gar nicht mehr erwähnt wird, will ich an die schon oft erwähnte Arbeit von Retzius erinnern, der beim Menschen ganz besonders darauf aufmerksam machte: — »Nur an wenigen Stellen eines ausgebildeten Zahnes und nicht immer beständig an diesen, gehen die Röhren gerade von der Cavitas pulpae zur äusseren Fläche des Zahnes«. Als solche Stellen bezeichnet er die Spitze oder die Spitzen der Krone, ferner den Anfang des unteren Drittels der Wurzel. »An den übrigen Stellen scheinen die meisten, wenngleich mehr oder minder, die Form einer krummen Linie mit drei Biegungen anzunehmen, welche an mehreren Stellen dem griechischen (ς) gleichen. Die mittelste Biegung kehrt die Hörner nach unten oder innen, die äusseren Enden der Röhren wenden sich nach innen zur Achse des Zahnes oder auch zu dessen Kaufläche. Da wo die Röhren am kürzesten sind, nahe bei dem Wurzelende, sieht man nur die mittlere, nach der Kaufläche convexe Biegung. Bisweilen kommt auch eine vierte Biegung vor, welche natürlich dieselbe Richtung wie die zweite hat. Diese Biegung sah er nur an den inneren Enden der Röhren vorkommen, wo die letzte Schichte des Zahnbeins allmälig die Cavitas pulpae umschloss. In einigen Fällen findet man nach der Wurzel zu zwei Biegungen, dann wendet sich die äusserste Biegung nach der Wurzel zu. Am regelmässigsten findet man diese Curven in Scheibchen von Vorderzähnen, welche in der Richtung von vorn nach hinten (sagittal) geschnitten wurden. Minder regelmässig sind sie in den mehrspitzigen Backzähnen und vorzüglich in dem Theile, welcher die gegen die Zahnhöhle gerichtete Wand der Cavitas pulpae am Kronentheile des Zahnes bildet, an der Seite und an den Enden der Wurzeln. Bei Frontaldurchschnitten von Vorderzähnen nähern sich die meisten Röhren in der Krone mehr der lothrechten Stellung«.

Ich habe diese werthvollen, nahezu vergessenen Angaben des schwedischen Forschers hierhergesetzt, vor Allem weil sie bei dem überzeugenden Eindruck gewissenhaftester und treuester Schilderung meine Angabe nicht allein bestätigen, sondern bei dem Reichthum des beobachteten Materials auch erweitern. Namentlich gilt dieses in

Bezug auf die Stärke und Zahl der grossen Biegungen, welche, wie aus diesen Angaben hervorgeht, zahlreichen Schwankungen unterliegen.

Diesen geschwungenen Verlauf, der sich durch die ganze Dicke des Zahnbeines erstreckt, finde ich, ausnahmslos bei allen gezahnten Thierclassen, von denen ich Präparate oder gelungene Zeichnungen vor mir habe, wie bei Affen, Nagern, Wiederkäuern, Pachydermen, Cetaceen und verschiedenen Fischen, nur ist der Grad der Krümmung nicht bei allen gleich. In den Backzähnen vom Pferd, Schwein, in dem Schneidezahn des Esels sind sie stärker, als in der Backzahnkrone des Menschen. Wem eine grössere Sammlung von Zahnpräparaten zur Verfügung steht, der wird noch mehr Varietäten finden, für uns genügt die Thatsache, dass diese Sförmige Biegung, diese Schlangenlinie, welche die Zahnröhre von der Pulpahöhle bis zur Grenze des Zahnbeines beschreibt, überall zu finden ist, möge die Schicht der Elfenbeinsubstanz verhältnissmässig dick sein, 3—4 Mm., wie in der Backzahnkrone des Menschen, oder kaum die Hälfte ausmessen, wie in der des Rindes oder anderer Thiere, und dass dieselbe bezüglich der Stärke, ihrer Krümmung, bei verschiedenen Thieren schwankt. Siehe Fig. 2 Taf. XIX.

Durchblättert man das ausgezeichnete Werk von Owen und lenkt die Aufmerksamkeit auf den Grad jener grossen Curven, so wird sich ein bedeutender Wechsel zeigen. Pl. 32 ist bei schwacher und starker Vergrösserung der Zahnschliff eines Sphaerodus abgebildet, bei dem die Zahnkanälchen nahezu gerade verlaufend dargestellt sind, dasselbe ist der Fall an der Abbildung eines Pharyngeal-Zahnes von Labrus (starke Vergrösserung), also zwei Beispiele, welche nur Spuren jener grossen Curven erkennen lassen, während sie auf dem Querschnitt des Zahnes von Halicore cetacea (Dygong) bei Sciurus, Castor, Mus, Pteromys, Arvicula, beim Pteropus, beim Menschen u. a. sofort in die Augen fallen.

Die Richtung der Curven ist nicht immer dieselbe. Bei vielen Thieren liegen sie in der sagittalen Ebene des Zahnes, z. B. beim Flusspferd, dem Stosszahne des Wildschweines, beim Menschen u. A. Sie verschwinden deshalb zum grössten Theil auf Querschnitten — und werden nur auf Längsschnitten des Zahnes zum Vorschein kommen. Siehe die schematische Figur 8^a Taf. XIX. Bei anderen liegen diese Curven in der horizontalen Ebene, und diese sind nur auf den Querschnitten zu sehen — Figur 8^b. Nashorn, Pferd (Backzahn), Rind (Backzahn), Myopotamus und Ratte.

Eine weitere bemerkenswerthe Thatsache liegt darin, dass, soweit ich beobachten konnte, bei allen Milchzähnen die Curven weit schwächer sind, während Ersatzzähne dieselben sehr ausgeprägt besitzen.

Noch auffallender ist der Umstand, dass die Curven nicht gleich sind in der Krone und in der Wurzel desselben Zahnes. Trotz des verhältnissmässig kürzeren Verlaufes der Röhren zeigen die Ersatzzähne viel stärkere Curven in der Wurzel als in der Krone. Gegen die Zahnhöhle zu wird nicht selten der ganze Verlauf unregelmässig. An den Wurzeln der Milchzähne sind dagegen nur schwache Biegungen nachzuweisen.

Dieser Unterschied ist vielleicht von Retzius zuerst beobachtet worden, der ihn sowohl bei dem Menschen als dem Pferde constatirte.

Owen nennt diese Curven der Zahnröhren »primary curvatures« im Gegensatz zu jenen kleinen Wellenlinien, Undulationen, welche ganz enorm an Zahl (200 auf $^1/_{10}''$ nach Retzius) an jedem Schliff zu beobachten sind, und die er »secondary curvatures or gyrations« nennt.

Wir wissen jetzt, dass diese zahllosen »secondary gyrations« von ebenso vielen Schraubenwindungen herrühren, welche jedes Zahnröhrchen gleichzeitig mit den grossen Curven von der Zahnhöhle bis zur Peripherie des Zahnes beschreibt.

Die sogenannten Schreger'schen Linien fallen mit diesen grossen Biegungen der Röhren gröstentheils zusammen. Ich sage grösstentheils, denn spätere Autoren haben die Entdeckung anderer Linien, die durch Knickungen entstanden, ebenfalls Schreger zugeschrieben. Jedoch mit Unrecht. Im Schmelz hat er allerdings die Linien gesehen, welche so sehr auffallen und man könnte also diese nach seinem Namen nennen, aber für das Zahnbein ist es aus Zweckmässigkeitsgründen gerathen den Namen dieses Anatomen aus dem Spiel zu lassen.

Es steht nach dem Vorausgegangenen fest, dass die Zahnröhren aller Thiere einen geschwungenen Verlauf besitzen, d. h. Curven beschreiben. Aehnlich wie der in Fig. 2 Taf. XIX vom Erwachsenen und vom Kind abgebildete Verlauf der Zahnröhren verhält es sich mit den Zähnen einiger Affen [1]), mit Schneidezähnen von Mäusen, Ratten und Hunden. Stärkere Curven findet man nur ausnahmsweise bei den aufgeführten Zähnen.

Was den Menschen betrifft, so hat Retzius Streifen gesehen, welche fast parallel mit der innern Oberfläche des Zahnes liefen. Er hat nicht den geringsten Zweifel, dass sie durch »Parallel-Krümmungen« der Zahnröhren hervorgerufen werden. Auch ich fand in den Kronen menschlicher Zähne concentrische Streifen, die abgesehen von den durch Interglobularräume bedingten sog. Knickungen zugeschrieben werden müssen. Aber ich muss hinzusetzen, dass sie doch in der Krone sehr selten sind. Häufiger findet man sie in der Gegend des Halses oder an der Wurzel.

---

[1]) Wegen mangelhafter Bezeichnung der vorliegenden Präparate bin ich nicht im Stande, genauere Angaben zu machen.

II.

Knickungen der Zahnröhren

wodurch Linien von verschiedener Stärke und Ausdehnung im Zahnbein entstehen.

Dass auf Querschnitten der Zähne concentrische Streifen oder Linien vorkommen, welche durch Knickung der Zahnröhren bedingt sind, ist längst constatirt. Aber ich muss ausdrücklich hervorheben, dass niemals eine scharfe Trennung gemacht wurde zwischen Curven, Knickungen und jenen feinen Undulationen, welche mit Schraubenwindungen zusammenhängen. Diese drei verschiedenen Dinge wurden oft zusammengeworfen und ein klares Verständniss bei sonst ausgezeichneten Leistungen in dieser Hinsicht nie erreicht[1]. In den folgenden Blättern sollen zunächst die Zähne einiger Thiere genau beschrieben werden, welche neben den Curven auch noch Knickungen an den Zahnröhren besitzen, bei denen also der Verlauf der Kanälchen complicirter ist, als bei der vorhergehenden Gruppe.

Am leichtesten orientirt man sich über diese Einzelheiten nach meiner Erfahrung an einem Querschnitt der Vorderzähne vom:

Hippopotamus.

Dort ziehen die Linien concentrisch um den Mittelpunct des Zahnes in immer weiteren Bogen (Fig. 1 Taf. XIX). Schon mit freiem Auge bemerkt man bei auffallendem und durchfallendem Lichte eine Menge dichtgedrängter Bogenstreifen, die aber nicht vollkommen geschlossen sind, keine vollständigen Ringe, wie beim Baumstamm darstellen. Bei

---

[1] So hat z. B. Retzius nicht den geringsten Zweifel, dass die Knickungen oder Parallelbiegungen, wie er sie nennt, die oft schon mit freiem Auge wahrnehmbaren Linien bedingen durch Brechung der Lichtstrahlen; und Owen sagt, diese Linien seien hervorgebracht durch »strong and almost angular gyrations«, aber beide Bezeichnungen werden auch für jene kleinen Krümmungen angewendet, welche mit den Schraubengängen zusammenfallen. In dieser Hinsicht sind nur die getreuen Abbildungen dieser beiden Forscher zu verwerthen.

Thieren, deren Zähne mehr plattgedrückte Cylinder darstellen, wie in diesem Falle, sind auch die Linien entsprechend geformt. Ihr Aussehen ist weiss bei auffallendem Licht, bei Sonnenlicht schimmert die in den Röhren eingeschlossene Luft silbern hervor. Schon bei 3maliger Vergrösserung lässt sich constatiren, wie aus der Schattirung des Grundes eine solche Linie erst als schmaler Streifen auftaucht. Allmälig an Dicke zunehmend umkreist sie in engerem oder weiterem Bogen das Centrum, um dann eben so allmälig sich wieder in der Grundsubstanz zu verlieren. Die Breite, bis zu welcher diese Linien anschwellen, ist ausserordentlich wechselnd; manche werden oft $^1/_4$ Mm. breit, andre überschreiten niemals $^1/_{10}$—$^1/_{20}$ Mm. (siehe Fig. 1 Taf. XIX). Dabei folgen schmale Linien oft unmittelbar breiten, nicht selten reihen sich mehrere schmale aneinander, oder auf lange Strecken findet man nur breite. Eine bestimmte Regel in der Reihenfolge ist nicht zu entdecken an diesem Object. Auch der Abstand der Linien ist nicht gleich gross. In der inneren Hälfte des Zahnbeins, also in der zuletzt gebildeten Masse sind sie ausnahmslos zahlreicher und meist auch breiter, als an dem Rande, wo überdies die Continuität gestört ist (siehe Fig. 1* Taf. XIX).

Nimmt man stärkere Vergrösserungen ($^{30}/_1$—$^{40}/_1$), so wird deutlich, dass diese Linien durch starke Knickungen der Zahnröhren bedingt sind (Fig. 3 *K* Taf. XX). Sie gleichen Wellen, welche gegen das Ufer treiben. In ihrer Form zeigt sich grosser Wechsel. Aus der Ebene der Grundfläche erheben sie sich bald sanft ansteigend, bald steil. Die Welle ist bald nach dem Zahnrande hingeneigt, bald nach dem Centrum. Der Gipfel der Welle ist nicht immer gratförmig. Oft ist er abgeflacht, breit. Bei anderen ist der Gipfel eingesunken (Fig. 3* Taf. XX). Der complicirte Verlauf einer einzelnen Röhre wurde im idealen Durchschnitt (Fig. 2 Taf. XIX) schematisch dargestellt. Es geht daraus hervor:

1) Die Existenz zweier grosser Biegungen oder Curven.

2) Die Existenz zahlreicher starker Knickungen, die in den innersten Schichten vorkommen, starke Drucklinien *K* (Fig. 3 Taf. XX).

3) Die Existenz von Knickungen der feinsten Art, wie sie in der Nähe des Dentine-Randes angetroffen werden, feine Drucklinien *k* (Fig. 3 Taf. XX).

4) Linien, bedingt durch regelmässige Anordnung der Interglobularräume (Fig. 1 und Fig. 3 *i* Taf. XX).

Bei der Darstellung des schematischen Verlaufes blieb die Thatsache, dass die Röhren sich während ihres Verlaufes überdies korkzieherartig drehen, völlig unberücksichtigt.

Es ist wichtig die Thatsache wohl zu berücksichten, dass die Wellenlinien bei Hippopotamus nicht geschlossene Kreise darstellen, sondern Segmente derselben; dass sie im Centrum des Zahnes häufiger sind als an der Peripherie, und dass die starken Knickungen bisweilen nur im Bereiche einzelner Radien vorkommen (Fig. 1* Taf. XIX). Es geht daraus hervor, dass die Bedingung, welche die Knickungen veranlasst, nicht gleichzeitig in dem ganzen Zahnumfang wirksam ist, sondern nur an einzelnen Stellen, in den äussern, älteren Schichten seltener zur Geltung kommt als in den inneren, jüngsten. Am Rande bieten sich ihr nur einzelne Angriffspuncte, im Centrum mehrere. Wie man sich an Fig. 1 überzeugen kann, ist der Contour des Zahnes von einer vielfach gebrochenen Fläche begrenzt, und deshalb der Querschnitt ein Polygon mit einwärts gekrümmten Linien. Wir sehen daraus: der erste dünne Mantel von Zahnbein, der auf der Pulpa entstand, hat schon die characteristische Gestalt der Zahnkrone. Die Gestalt der Pulpa ist demnach ein in Bindegewebe geformtes Modell des Zahnes.

Diese polygonale Form wiederholen in den äussersten Schichten sowohl die durch Interglobularräume entstandenen Linien als die feinen Knickungen der Zahnröhren (Fig. 1 *ik* Taf. XIX). In den tieferen Schichten des Zahnbeins verschwindet die Form des Polygons, und die starken Knickungen zeigen Segmente von Ellipsen. Wenn nun beim Flusspferd die Pulpa anfangs durch Flächen begrenzt ist, im Centrum des Zahnes aber die Winkel verschwinden, so musste später während des Wachsthumes der Dentine ein Zeitpunct kommen, in welchem die Gestalt der Pulpa einem von den Seiten zusammengedrückten Cylinder oder Kegel gleicht. Kommen nun während dieser zweiten Wachsthumsperiode die Widerstände und erzeugen Knickungen, so werden diese auf dem Querschnitt Kreise oder Kreisbogen beschreiben. In diesem Falle entsprechen sich jedoch die beiden Bogenhälften nicht, sei es, dass man den Zahn frontal oder sagittal theile. Die vordere Hälfte enthält zahlreichere Linien als die hintere.

Aus der Thatsache, dass die Linien im Innern des Zahnes zahlreicher sind, und, dass sie sich in beiden Hälften nicht völlig gleichen, ergeben sich folgende Schlüsse. Zunächst: dass sich die Widerstände steigern, welche der Zahn beim Hervordringen aus dem Knochenkanal zu überwinden hat, und dann, dass dieser Zahn später nicht ganz gleichmässig in die Höhe wächst wie in den ersten Perioden, wo die schwachen Knickungen die äussere Form getreu wiedergeben. Die Anordnung der starken Knickungen deutet darauf hin, dass der Zahn bald vorne, bald hinten, bald an irgend einer der beiden Seiten ruckweise aus dem Kieferkanal herausgedrängt wird. Die vordere Zahnhälfte wird mehr und stärkere Knickungen zeigen müssen als die hintere, weil die convexe Seite des Zahnes einen längeren Weg zurückzulegen hat, als die concave.

Backzahn vom Nashorn.

Der Verlauf der Zahnröhren zeigt viel Aehnlichkeit mit demjenigen im Schneidezahn vom Hippopotamus. Die starken Knickungen (Fig. 4 *K* Taf. XX) sind zahlreich und folgen sich in Abständen von $^1/_6$ Mm., doch sanfter an- und absteigend als beim Flusspferd und überdies breiter in denjenigen Schichten, welche genau untersucht werden konnten[1]. Retzius hat die Wurzel eines Backzahnes untersucht, und es lässt sich also kein ganz strenger Vergleich zwischen unsern Angaben machen, selbst dann nicht, wenn die Aufmerksamkeit auf dieselben Dinge gerichtet gewesen wäre. Retzius giebt nun an, die Röhren hätten zwar hier und dort eine äusserst schwache Biegung gezeigt, könnten jedoch nicht als undulirt betrachtet werden. Diese Bemerkung bezieht sich nicht auf die von mir beschriebenen Knickungen, sondern auf die kleinen Krümmungen welche mit den Schraubengängen zusammenfallen, die ich übrigens nicht geringer finden konnte als bei anderen Thieren. Wenn Retzius die leicht sichtbaren Knickungen nicht bemerkte, so rührt dies vielleicht daher, dass er mit zu starken Vergrösserungen untersuchte. Owen untersuchte ebenfalls die Krone eines Backzahnes auf sagittalen und horizontalen Schnitten. Er constatirt, dass die Zahnröhren »undulativ« seien und sogar stärker als beim Menschen und meint damit die Biegungen durch die Schraubentouren veranlasst. Ferner wird hervorgehoben, dass auch Curven zu finden seien, indem die Röhren zuerst mehr aufwärts und an den Rändern wieder abwärts streben. Die Curven (Fig. 2 Taf. XIX und Fig. 4 Taf. XX) sind in der That sehr ausgeprägt und stärker als beim Hippopotamus.

Was beide Autoren übereinstimmend hervorheben, und ich bestätigen kann, ist das Vorkommen von Interglobularräumen jeder Grösse. Namentlich betont Retzius eine dichte Schichte in der Wurzel,

---

[1] Es war nicht möglich, von diesem Zahn einen Schnitt anzufertigen, der von der Pulpahöhle aus den Verlauf der Röhren enthalten hätte, nachdem nur die Krone in ihrem unteren Theil zur Verfügung stand. Es lässt sich also nicht angeben, ob die Wellen gegen die Mitte des Zahnes steiler werden und sich noch mehr häufen.

An dieser Stelle möchte ich daran erinnern, wie nothwendig es ist, bei der Herstellung und Beschreibung nicht allein die Species genau anzugeben, sondern auch möglichst genau zu bestimmen, welcher Zahnform das Präparat entnommen sei, ferner ob dem Unter- oder Oberkiefer, ob der rechten oder linken Kieferhälfte. Ich bedauere dass in dieser Hinsicht selbst meine eigenen Angaben lückenhaft bleiben mussten.

Owen eine solche an der Krone. Siehe meine Fig. 4 Taf. XX. Eine Bemerkung Owen's ist schwer zu deuten. Er beschreibt ein System von Linien, die $^1/_3$ Mm. von einander entfernt doch weder von Krümmungen bedingt seien noch durch Interglobularräume, sondern durch ein Dunklerwerden des Zahnbeins, das ihm zu schiefen Rissen diesen Linien entlang zu gehören schien. Ich kann ausser den durch Knickungen der Zahnröhren bedingten Linien nur noch solche finden durch regelmässig angeordnete Interglobularräume hervorgebracht. Dieser Widerspruch liesse sich nur dadurch erklären, dass man annähme, Owen habe die bisweilen äusserst kleinen Interglobularräume für Verdunkelungen angesehen und nicht für das was wir heute unter ihnen verstehen. Dass er diese Verdunkelungen mit feinen Rissen vergleicht, kann meine Vermuthung nur bestätigen. In der That sind die Interglobularräume mitunter von einer Kleinheit, die mir sonst nirgends begegnete, freilich in demselben Object in der Nähe des Schmelzes auch wieder von einer besondern Grösse und Länge. Vielleicht hat gerade dieser Gegensatz in der Grösse dazu beigetragen, die feinsten Spalten einfach für Verdunkelungen zu halten. In der erwähnten Abbildung Owen's sind die Linien durch feine Puncte hergestellt.

Im Backzahn vom Rhinoceros findet man also zunächst:

Curven, die in der horizontalen Ebene liegen (beim Flusspferd liegen sie in der sagittalen)

Linien, durch starke Knickungen hervorgebracht (Fig. 4 *k* Taf. XX) und

Linien, bedingt durch regelmässig angeordnete Interglobularräume (Fig. 4 *i* Taf. XX).

Die Linien liegen trotz des verschiedenen Ursprunges zwischeneinander. Am Rande sind die letzteren bei diesem Thier sehr stark, aber sie finden sich auch in der Tiefe, und zwar bisweilen so, dass die Interglobularräume in die Kanälchen, welche die Kuppe einer Knickung überschreiten, eingestreut sind.

Elephas.

a) Stosszahn.

Ein Querschnitt vom Stosszahn des Elephanten zeigt folgende für uns wichtige Eigenthümlichkeiten:

1 Cm. breite concentrische Streifen, fünf bis sechs an der Zahl (mit freiem Auge sichtbar).

Feine concentrische Linien, durch schwache Knickungen bedingt, $^1/_{10}$ Mm. Abstand; am besten bei 6—10maliger Vergrösserung sichtbar.

Die bekannten sich kreuzenden Linien, welche das guillochirte Aussehen bedingen.

Curven, wegen der grossen Ausdehnung des Zahnes sehr schwer nachzuweisen.

Der Querschnitt stellt bei genauerer Betrachtung nicht ein einfaches Oval dar, sondern ein Polygon.

Neben diesen deutlich vorspringenden und für das blosse Auge leicht erkennbaren Winkeln findet man bei 15—20maliger Vergrösserung die Oberfläche der substantia eburnea nicht glatt, sondern durch sanfte warzenförmige Hügel begrenzt.

Diese Eigenschaften des Elephanten-Stosszahnes wurden von mir schon in einer früheren Mittheilung (Stzgsbchte. der Münchener Academie Math. phys. Cl. November 1871 S. 243 u. ff.) besprochen und durch eine Tafel mit 4 Abbildungen erläutert. Ich habe nur Weniges hinzuzufügen.

Durch den eigenthümlichen complicirten Verlauf der Zahnröhren steht das Elfenbein scharf characterisirt da. — Soweit ich den mikroskopischen Bau der Zähne kenne, giebt es keinen, der durch gleiche Anordnung ausgezeichnet wäre. Die Röhren ziehen nicht nur in einer grossen Curve vom Centrum zur Peripherie und drehen sich dabei schraubenförmig, sie sind überdies in doppeltem Sinne von ihrem Verlauf abgelenkt: durch concentrische Knickungen und durch excentrische, die von entgegengesetzten Richtungen kommend, sich kreuzen. Schraubentouren, Curven, und concentrische Knickungen sind Eigenschaften, welche die Röhren wohl aller Zähne zeigen, die sich kreuzenden Knickungen sind aber nur dem echten Elfenbein eigenthümlich, sind ein ausschliessliches Merkmal dieser vielgeschätzten Substanz. Sie fehlen selbst den Backzähnen des Thieres, in deren substantia eburnea neben den Curven und Schraubentouren lediglich concentrische Knickungen vorkommen.

Die concentrischen feinen Knickungen sind zwar ausserordentlich zahlreich ($^1/_4$ Meter von der Spitze des Stosszahnes entfernt schätzt man ungefähr 300) aber die einzelne Knickung ist sehr niedrig. — Die Höhe beträgt vielleicht $^1/_{60}$ Mm. Der Reflex des Lichtes ist also sehr gering, doch immerhin so, dass er für ein geübtes Auge selbst ohne Loupe noch wahrnehmbar ist. Auf der Figur 1 der oben citirten Abhandlung, Querschnitt eines Elephantenzahnes in natürlicher Grösse — hat das photographische Objectiv manche dieser feinen Linien in die empfindliche Platte hineingezeichnet, und man wird sie in jedem Abdruck wiederfinden. Die Knickungen, welche die kreuzenden Linien bedingen, sind viel stärker, und durch eine grössere Entfernung, namentlich in den

Randschichten, deutlich markirt. Das Licht wird von den höchsten Stellen der Krümmungen stark reflectirt; die Wellenberge erscheinen weiss dort wo sie dem Lichte zugewendet sind, ebenso der Rücken der Welle, die abgewendeten Flächen liegen im Schatten und das Wellenthal ist dunkel. Der Lichteffect wechselt mit einer anderen Stellung der Lichtquelle. Dreht man das Präparat um 180° so werden die früher dunkeln Flächen hell.

Die concentrischen Knickungen entstehen unabhängig von den sich kreuzenden. Es geht dies daraus hervor, dass beide unbeirrt von einander ihre Bahnen verfolgen: die concentrischen kleinen Knickungen werden durch die andern gekreuzt, ohne dass sie von ihrem Cours abgelenkt würden.

Die sich kreuzenden starken Knickungen scheinen von den vorspringenden Kanten und den an sie angrenzenden Flächen des Zahnumfanges zu kommen. Sie streben in weiten Bogen nach dem Centrum. An den Durchkreuzungsstellen sind die Wellen am höchsten und haben breite Rücken. Die verbindenden Züge sind schmäler und niedriger. Wenn diese Krümmungen das Product von Druckwirkungen sind, so erklären sich leicht die eben aufgezählten Eigenschaften. Dort wo der Knotenpunct zweier Druckcurven sich befindet, ist der Druck am stärksten, und das Resultat der Knickung grösser als an jenen Stellen, wo derselbe sich mit einfacher Kraft fortpflanzt.

Die concentrischen Knickungen sind das Bild anderer Druckcurven, und deshalb können sie neben den andern vorkommen. Die beiden Bedingungen, sowohl jene, welche von den vorspringenden Kanten nach beiden Seiten gegen das Centrum wirkend, jene sich kreuzenden Wellen erzeugt, als jene, welche die concentrischen Knickungen hervorruft, bleiben während der Ablagerung des Zahnbeins stets dieselben.

Die concentrischen Linien, d. h. die concentrisch verlaufenden Knickungen, entsprechen ebenso viel kleinen Anstrengungen der Pulpa, den Zahn nach vorwärts zu treiben; die centripetalen sich kreuzenden Linien zeigen wohl den grossen Widerstand, welchen der Zahn bei seinem Weg aus dem langen, ihn fest umschliessenden Kieferrohr der vorwärtstreibenden Gewalt der Pulpa entgegensetzt.

b. Backzahn (Fig. 5 Taf. XX).

Die Zahnröhren zeigen:

Curven (sehr deutlich rechts und links oben, Fig. 5 Taf. XX) und die mit den Schraubentouren zusammenhängenden Undulationen.

Concentrische feine Linien = Knickungen (Fig. 5 *k* Taf. XX).

Concentrische starke Linien = starke Knickungen, *K* nicht sehr zahlreich.

Die concentrischen feinen Linien sind sehr dicht gedrängt. Die Abbildung giebt nur sehr wenige wieder, es konnte nur ein verschwindend kleiner Theil dargestellt werden. Ich muss hinzufügen, dass es sehr schwer ist, bei durchfallendem Licht den Nachweis zu liefern, dass die leichten Schattirungen der Grundsubstanz feinen Knickungen der Zahnröhren entsprechen. Hier ist die Anwendung des auffallenden Sonnenlichtes bei 60—120maliger Vergrösserung, ferner die Vergleichung mit den Zähnen vom Pferd, Wildschwein, Kaninchen und anderen massgebend. Nur so wird man die allmäligen Uebergänge finden von den starken Knickungen zu diesen schwer erkennbaren Ablenkungen von der geraden Linie.

Owen hat darauf aufmerksam gemacht, dass gegen die Spitze der Zahnkrone hin die Kanälchen mehr gerade verlaufen, während jene, welche nach der Seite hingehen, eine Curve beschreiben, die ziemlich stark ist und in sagittaler Ebene liegt. Ich kann hinzufügen, dass sich dieser mehr gerade Verlauf wiederholt an all jenen Stellen, wo das Zahnbein in schmalen Zungen zwischen den Schmelz vordringt. Dieselbe Erscheinung kehrt auch in den Backzähnen von Pferd und Rind wieder (Fig. 6 Taf. XXI). Ich habe diesen überraschenden Verlauf der Zahnkanälchen abgebildet, weil dadurch die seltsame Bahn deutlicher ins Auge springt, welche die Pulpa bei ihrem Rückzug von der äussersten Schichte des Zahnbeins einschlagen musste.

Was die Zahl der Zahnkanälchen auf einer gegebenen Fläche, also den Abstand zwischen zwei Röhren betrifft, ebenso die Dicke derselben, so muss ich Owen widersprechen, welcher meint, sie wären am Stoss- und Backzahn gleich. Im Backzahn sind sie weiter und ihr gegenseitiger Abstand grösser.

Pferd

Backzahn (Taf. XXI Fig. 6).

Schneide- und Backzähne des Pferdes zeigen im Verlaufe ihrer Röhren:

Curven und die den Schraubentouren entsprechenden Undulationen.
Kleine Knickungen und damit zusammenhängend feine Linien, ferner
Einige starke Knickungen, die man als deutliche Streifen meist schon mit freiem Auge oder doch bei geringen Vergrösserungen wahrnimmt.

In den Schneidezähnen vom Pferd (rechte Seite, Unterkiefer, 3 Jahre alt, Querschnitt) finde ich in der Krone zwei deutliche Knickungen, von denen die eine 1/2 Mm. vom Rande der Dentine entfernt, die andere dem Centrum zunächst liegt. Im Backzahn desselben Thieres (Querschliff, Krone) zeigen einzelne jener langgestreckten und buchtigen Zahnbeininseln, die durch starke Knickungen entstandenen Linien sehr deutlich, sie erreichen an Steilheit jene des Flusspferdes. Dies ist namentlich der Fall an dem Backzahn eines älteren Thieres, bei dem 6—8 starke Knickungen vorkommen (Taf. XXI Fig. 6 *K*). Die feinen Knickungen *k* finde ich 40—50 an der Zahl.

Im Backzahn des Pferdes finden sich also, ebenso wie im Backzahn des Elephanten, zwei Arten von Knickungen: grosse und kleine, beide concentrisch.

Aehnlich verhalten sich Schneide- und Backzähne vom Rind.

Sus scrofa.

a) Stosszahn (Taf. XXI Fig. 7).

Enthält Curven; Undulationen an den Röhren;
feine Linien, von schwachen Knickungen herrührend *k*; und
Linien, bedingt durch regelmässig angeordnete Interglobularräume *i*.

Es liess sich erwarten, dass man in diesem Zahn Knickungen finden würde, d. i. die Zeichen jener Widerstände, welche der in eine lange Röhre des Kiefers eingeschlossene Zahn zu überwinden hatte. Aber die Knickungen sind ausserordentlich schwach, so dass es des auffallenden Lichtes bedarf um sie als solche zu erkennen. Auf der schematischen Fig. 2 Taf. XIX sind diese kleinen Wellen angedeutet.

Die Linien, sowohl die durch Interglobularräume als die durch Knickungen bedingten, beschreiben, der Zahnform entsprechend, in den äussern Dentinlagen (Querschnitt) stumpfe Dreiecke, in den innern langgezogene Ovale. Die Ringe der feinen Knickungen sind vollständig geschlossen wie die eines Stammes, mit andern Worten: der Stosszahn des Ebers wird gleichmässig aus dem Kieferkanal herausgetrieben. Die feinen durch Knickung entstandenen Linien kommen durch die ganze Dicke der Dentine vor.

b) Backzahn, II. Molar, Unterkiefer rechts.

Leider stammen Stosszahn und Molar nicht von demselben Thier. Die Unterschiede sind jedoch auffallend genug, um sie als eine specifische Differenz hinzustellen. Es fehlen nämlich nicht nur die regelmässig angeordneten Interglobularräume, sondern auch alle jene concentrischen Knickungen, welche den Stosszahn characterisiren. Der Schnitt aus dem unteren Ende der Krone zeigt bei auffallendem

Licht, dass die Kanälchen grosse Curven beschreiben, welche die Hauptbiegungen in der horizontalen Ebene besitzen. Mit der Entstehung dieser Curven waren die bei dem II. Molar vorkommenden Widerstände gebrochen.

Hund.

Schneidezahn, I. Molar und Eckzahn.

Die Zähne stammen aus dem Unterkiefer eines grossen Hundes. Schneidezahn und I. Molar zeigen die gewöhnlichen Curven, doch keine Linien durch Knickung entstanden und keine Interglobularräume. Der Eckzahn besitzt dagegen concentrische Linien, welche von leichten Knickungen herrühren. Ich zähle auf derjenigen Zahnhälfte, wo sie am stärksten ausgesprochen sind, ungefähr zwanzig, deren gegenseitiger Abstand von $^1/_6$—$^1/_{30}$ Mm. schwankt. Dieser Unterschied des Eckzahnes von dem incisor und dem Molaren zeigt, dass auch er wie jener des Ebers während seines Wachsthums auf grössere Widerstände stösst als die übrigen.

Kaninchen.

Im Schneide- und Backzahn dieses Nagers (Oberkiefer) kommen neben den Curven Linien vor, bedingt durch leichte Knickungen. Die Linien sind feiner als die der Eckzähne von Hund und Eber. Der Backzahn des Kaninchens zeichnet sich durch eine grössere Anzahl von Linien vor dem Schneidezahn aus. Bei diesem fanden sie sich nur in den centralen Schichten, bei jenem durch die ganze Dicke des Zahnbeins. Die Befestigung des Backzahnes ist in der That bei diesen Thieren eine stärkere als jene des Schneidezahnes.

Es wäre ohne Zweifel wünschenswerth, das Verhalten der Zähne in dieser Hinsicht vollständiger zu kennen. Aber für unsere Zwecke genügt die Erfahrung, dass die Curve, d. h. der geringste Grad der Ablenkung, überall zu finden ist, wo regelmässig angeordnete Zahnröhren vorkommen, dass die Knickungen, d. h. die öfters wiederholten kleinen Ablenkungen, in den Zähnen vieler Thiere vollständig fehlen, dass sie bei andern nur in geringer Zahl auftreten, in andern Fällen dagegen stark ausgeprägt und ungemein häufig sind.

Am schärfsten und zahlreichsten sind sie bei Elephas, Hippopotamus, bei Rhizodus, Microdon, Megalosaurus, Plesiosaurus und Zeuglodon, weniger bei Iguanodon und Ichtyosaurus, dann folgen Walross, Pferd und Esel, demnächst reihen sich an Sus scrofa und Sus babirussa, Kaninchen u. a. m.

Die vergleichende Untersuchung lehrt also, dass auch die Knickungen der Zahnröhren oder die dadurch bedingten Linien bei den verschiedensten Wirbelthieren vorkommen: bei Fisch, Amphibium und Säugethier.

Ueber den Wechsel, welchen diese Linien bei verschiedenen Zähnen desselben Individuums zeigen, hat man bisher noch keine Beobachtungen gemacht. Meine Erfahrungen hierüber sind nicht sehr bedeutend. Sie betreffen nur den Elephanten, das Pferd, das Wildschwein, den Hund und das Kaninchen. Aber sie genügen um den Satz zu erhärten, dass bei einem und demselben Individuum, in den Zähnen desselben Kiefers, bedeutende Schwankungen vorkommen. Die einen Zähne zeigen neben den Curven noch Linien, die anderen nicht. Aus den früheren Mittheilungen geht hervor, dass zwischen den Eckzähnen und Backzähnen desselben Thieres bedeutende Unterschiede in dieser Hinsicht herrschen.

Man hat bisher die Behauptung, dass die Bildung des Zahnes absatzweise vor sich gehe, und dass die Knickungen nichts anderes seien als die Zeichen eines häufig unterbrochenen Wachsthumes ohne Widerspruch gelten lassen, obwohl nirgends in der Literatur sich etwas finden lässt, das zu Gunsten angeführt worden wäre. Sie schien so einfach den ganzen Sachverhalt zu erklären, dass man fürchtete seine Zeit damit zu vergeuden, hätte man sie auch noch beweisen wollen. Fragt man aber, welchen Effect dann der fingirte häufig wiederkehrende Stillstand in der Ablagerung des Zahnbeines auf die darinliegenden Röhren üben würde, so ergiebt sich, dass eine Knickung derselben geradezu unmöglich ist, dass eine absatzweise Bildung nie die Veranlassung für die Zahnröhren geben kann, in concentrischen oder andern Richtungen sich zu krümmen. Wenn nach einem Stillstand in der Ausscheidung der Zahnbeinmasse die Production von Neuem beginnt, so ist doch nicht der leiseste Grund vorhanden zu einer Knickung der Zellenausläufer. Denn das neuangesetzte Stück würde beim Wiederbeginn der Ablagerung nothwendig in der geraden Richtung mit den vorher entstandenen sich verbinden. Ein solcher Stillstand könnte höchstens die Folge haben, dass sich Interglobularräume bilden, dass die Ablagerung der Kalksalze nicht gleichzeitig mit der des Zahnbeinknorpels beginnt, und dann im getrockneten Zahn Lücken sichtbar werden, weil der Zahnknorpel an diesen Stellen durch Maceration entfernt werden konnte (s. m. Abhdg. in dieser Ztsch. Bd. XX S. 84); aber nimmer wird sich eine verschiedene Richtung der Zahnröhren ergeben.

Es wurde weiter oben bei der Beschreibung des Elephanten-Stosszahnes besonders hervorgehoben, dass die kleinen concentrisch verlaufenden Wellenbiegungen ausserordentlich häufig seien.

Wäre die geläufige Ansicht richtig, dass die Bildung des Zahnes absatzweise vor sich gehe, so müsste man annehmen, dass bei dem $4^1/_2{}'$ langen Stosszahn des Elephanten der Ablagerungsprocess schon 300 mal unterbrochen worden sei, denn ungefähr ebensoviel Wellenlinien lassen sich auf das deutlichste nachweisen. Beim Schneidezahn des Hippopotamus wäre dasselbe ungefähr 100 mal geschehen.

Bei den Affen und Menschen würde der Ablagerungsprocess nur sehr selten unterbrochen, denn wir finden in der Regel nur Curven, keine Linien durch Knickung entstanden. Wenn man nun bei den grossen Thieren annehmen muss, dass schon innerhalb eines Millimeters der Entwicklungsgang 6—10 mal, wie beim Flusspferd, oder 20—30 mal, wie beim Elephanten, unterbrochen worden sei, beim Menschen und anderen Thieren dagegen innerhalb 3—4 Mm niemals, so wird man nicht im Stande sein auch nur den leisesten Grund für diesen auffallenden Unterschied im Wachsthum ein und derselben Substanz aufzufinden. Berücksichtigt man ferner die Thatsache, dass die leichte geschwungene Linie, welche die Kanälchen im Zahn des Menschen, des Affen und namentlich des Rindes und in der Backzahnkrone des Schweines beschreiben, den Gedanken an eine stattgehabte Unterbrechung schwer aufkommen lassen, so wird der Werth dieser Ansicht auch für die starken Knickungen, in den Zähnen z. B. der grossen Pflanzenfresser, ebenfalls bedeutend heruntergedrückt.

Nun sehen wir ferner dass bei den Milchzähnen die Biegungen überhaupt geringer und spärlicher sind, als bei den bleibenden, und bei den letzteren die zuerst entstehenden Randschichten regelmässigeren Verlauf zeigen als die zuletzt angesetzten Zahnbeinmassen. Ja man weiss, dass in der Nähe der Pulpahöhle der Röhrenverlauf oft sogar alle Regelmässigkeit verliert. Das würde nach der früheren Anschauung zeigen, dass die Unterbrechung der Zahnbeinbildung beim Kind selten ist, häufiger beim Erwachsenen, dass sie bei letzterem in den Peripherien schwächer eintritt als im Centrum. Es wird unmöglich sein in dem Organismus irgend einen Grund zu entdecken, um diese Auffassung plausibel zu machen.

Auf welche Weise will man endlich irgend eine Erklärung dafür aufbringen, dass bei der einen Species oder Familie Linien zu finden sind bei der andern nicht; ja warum in ein und derselben Species die Zähne ohne die angebliche Schichtung gebaut sein können, andere sie dagegen besitzen; noch mehr — wie es komme, dass sich die Zähne desselben Individuums ganz verschieden verhalten? Wenn die Zähne durch Schichtung entstehen, so müssen alle die Spuren dieses Vorganges an sich tragen. Es wird ferner für die Anhänger der Schichtungstheorie eine unmögliche Aufgabe sein, irgend einen plausibeln Grund zu entdecken für die Thatsache, dass die wirklichen Knickungen in ihren Abständen bei einem und demselben Zahn bedeutend schwanken und dass die Höhe der Wellen ungleich ist. Doch ich habe versucht experimentell den Nachweis zu liefern, dass bei der Ablagerung des Zahnbeines keine Krümmung der Kanälchen stattfinde, wenn die Ablagerung einer Masse periodisch unterbrochen wird. Die Bildung des Zahnbeines von der Pulpa aus, geschieht ganz ebenso wie der Ausfluss irgend einer Substanz, z. B. Sand, Thon, Eis, Blei aus einer kreisförmigen concentrischen Oeffnung.

v. Obermayer (Sitzbrcht. d. k. k. Wien. Acad. Nov. 1868 S. 6) hat Versuche über den Ausfluss von plastischem Thon gemacht, die ich mit der Modification wiederholte, dass die Ausflussöffnung nicht frei blieb, sondern mit einer dünnen Gummiplatte überzogen wurde. Es sollte damit der Widerstand nachgeahmt werden, welchen die Wände der Alveole dem Vordringen des Zahnbeines entgegensetzen. Dieses Verfahren hatte nur auf die Form des ausfliessenden Thoncylinders Einfluss, der eine mehr kolbige Gestalt erhielt, die wesentlichen Verhältnisse glichen vollständig jenen, die v. Obermayer ohne ein solches Hinderniss erhielt. Um die Art und Weise des Ausfliessens ersichtlich zu machen, habe ich, wie mein Vorgänger, in das Gefäss mit der Ausflussöffnung abwechselnd weisse und schwarze Schichten von Thon eingelegt, welche dann mit Hülfe einer hydraulischen Presse und des das ganze Gefäss erfüllenden Stempels herausgetrieben wurden. Den ausgetretenen Thoncylinder schneidet man mit einem befeuchteten Messer der Länge nach durch und übersieht nun auf welche Weise der hervorgetretene Strahl beschaffen ist. Die Figur 9 Taf. XX stellt einen solchen senkrecht durchgeschnittenen Strahl dar.

Die Vorgänge dabei sind kurz folgende: die Schicht 1 sinkt durch die ganze Breite der Ausflussöffnung in ihrer ursprünglichen Dicke herab und bleibt mit ihrem im Gefässe befindlichen Theil durch eine dünne Röhre in Verbindung. In die Schicht 1 tritt die nächste, gleichfalls in Gestalt einer nach aussen geschlossenen Röhre, in diese Schicht tritt eine nächste in ähnlicher Weise ein, so dass die Schichten sich concentrisch umgeben.

Vergleicht man das Wachsthum des Zahnes mit dem Verhalten des ausfliessenden Thones, so zeigt sich die grösste Aehnlichkeit. Auf der Papille bildet sich erst, wie jeder weiss, sei die Form des Zahnes welche sie wolle, sei es ein Milchzahn oder ein bleibender, stets eine Kappe, deren Rand dünn, scharf zuläuft, während das Dach dick ist. Jeder folgende Strahl der Zahnbeinsubstanz, welcher von der Oberfläche der Papille abfliesst, verhält sich genau so wie der vorige; er ist am stärksten auf der Kuppe, und wird gegen den Rand zu dünner. So fliessen immer neue Massen zu, welche die Krone verdicken und das Längenwachsthum dadurch bedingen, dass jede folgende Lage über den Rand der vorigen hinausreicht. Die Figur 10 Taf. XX giebt ein schematisches Bild von dem Wachsthum der Zähne. Dadurch erklären sich auch die concentrischen Leisten, welche man an der Oberfläche der Zähne von Mensch und Thier beobachtet. Der Abstand der Ringe zeigt an, wie gross das neuangesetzte Stück war. Diese Querleisten wurden von Leuwenhoek zuerst gesehen und sind von Retzius und Owen genauer berücksichtigt worden.

In Fig. 11 Taf. XXI ist ein menschlicher Zahn abgebildet mit den dichtstehenden Querleisten. Fig. 12 zeigt den eines Orang-Utang an welchem deutlich die einzelnen Querringe zu sehen sind, Fig. 13 ein Stück vom Stosszahne des wilden Ebers. Solche Querleisten kann man ferner sehen beim Hippopotamus, beim Moschus moschiferus (den Caninis), bei Cystophora (Genus Phocidae), beim Crocodil, beim Chimpansee, dem Hund, Sus babirussa, Stosszahn des Elephanten, Backzähnen von Mastodon u. A. m.

Diese Leisten wechseln, wie schon die Abbildungen zeigen, von der leichten kaum sichtbaren Linie, wie beim Menschen, bis zum starken rundlichen Vorsprung, den der Eber- oder Flusspferdezahn zeigt. Es kommen Unterschiede selbst innerhalb derselben Species vor. Manche menschliche Zähne zeigen sie mehr, andere weniger; an der Krone stehen sie dichter gedrängt als an den Wurzeln, sie sind deutlicher an den Ersatz- als an den Milchzähnen.

---

1) Diejenigen welche geneigt sind an eine Schichtung des Zahnbeines zu glauben, dürfen in jenen in einander gesteckten Thon- oder Zahnbeinschalen nicht einen Beweis für ihre Anschauung erblicken. Denn sobald der Thon ungefärbt ist verschwindet jede Spur einer Schichtung, und wenn im Zahnbein keine Röhren sich befänden, so fehlte wohl jede Veranlassung für eine schichtenweise Lagerung in die Schranken zu treten. Meine schematische Figur über den Ansatz des Zahnbeines soll nur zeigen, in welcher Weise derselbe geschieht. Wir sind durch unsere Erfahrung über den Ausfluss von Flüssigkeiten und über die Bildung des Zahnes nur zur Annahme berechtigt, dass die Vergrösserung nach gleichem Princip erfolge, dass die Beschleunigung des Ausflusses in den mittleren Theilen der ausfliessenden Schichten grösser ist als an den Rändern. Man wird sich im Zahn wie im Wasser tausende von Schichten vorstellen können, welche aufeinander folgen; nur bei den festen Stoffen, wie Thon, gelingt es durch die Färbung verschiedener Schichten die Strömungslinien der Theilchen zum Ausdruck zu bringen und zu verdeutlichen.

Diese Querleisten sind also kein Hinderniss für die Annahme eines stetigen Zahnwachsthumes, sondern eine Bestätigung derselben.

In dem ganzen Wachsthum des Zahnes, soweit seine Entwicklungsgeschichte bis jetzt bekannt geworden ist, giebt es keinen Beweis für die Annahme, dass die continuirliche Ablagerung des Zahnbeines zu irgend einer Zeit auch nur einmal stillstehe, um später wieder zu beginnen, geschweige denn dass dies mehr als 300 mal der Fall sein könne wie beim Stosszahn des Elephanten. Wir dürfen im Gegentheil versichert sein, das langsame Wachsthum der Ersatzzahnkeime lässt es mit grosser Bestimmtheit vermuthen, dass, wenn einmal die Bildung des Zahnbeines beginnt, dieselbe auch ununterbrochen fortschreite. — Es mögen Abschnitte kommen, wo dies langsamer, andere, in denen es schneller geht, aber ein völliger Stillstand ist nicht zu beweisen. Wenn nun die gleichzeitig mit dem Zahn entstehenden Kanälchen Curven und Knickungen zeigen, so können diese nur durch Druck hervorgebracht sein. Dass beim Ausfliessen sowohl des Wassers wie anderer Substanzen ein Druck der innern Schichten gegen die äusseren stattfindet, ist selbstverständlich, ebenso dass die Papille den Zahn durch Druck weiter schiebt. Die Arbeit, welche dabei von der Papille geleistet wird, ist bei Milchzähnen geringer als bei den Ersatz- oder bleibenden Zähnen. In beiden Fällen ist die Papille nicht allein das producirende Organ, sondern auch die den Zahn forttreibende Kraft. Aber ein solcher gleichmässiger ununterbrochener Druck veranlasst noch immer keine Knickung der Kanälchen. Ich habe wenigstens nicht vermocht irgend etwas ähnliches dadurch zu Stande zu bringen, dass ich durch die Thonschichten, die Fortsätze der Zahnfasern nachahmend Leinenfäden einlegte. Unter den möglichen Arten von Druck, welche sich bei dem Hervorpressen eines Thoncylinders anwenden lassen, giebt es nur zwei. Den constanten gleichmässig fortwirkenden und den unterbrochenen. In beiden Fällen war das Resultat dasselbe. Die Fäden stacken gerade in dem Thon und zeigten keine Verschiebung. Man sieht, weder Schichtung, noch der stets gleichbleibende Druck, können eine Abweichung der gerade angelegten Kanälchen hervorbringen.

Vergegenwärtigen wir uns einmal den Process der Ablagerung!

Die Dentinzellen sammt ihren Ausläufern, welche wir uns wie Grashalme auf einem Hügel, der Pulpa, vorstellen können, tragen auf ihrer Oberfläche eine der Form des Hügels entsprechende Kappe von Zahnbein. Diese Kappe liegt jedoch nicht frei, sondern von den Wänden des Zahnsäckchens, und später von denen der Alveole umgeben. Die Ausläufer der Odontoblasten, die Zahnfasern, stecken in den noch kurzen Zahnröhren. Die Bildung dieser Kappe hatte nur einen sehr geringen

Widerstand zu überwinden, von dem wir wohl annehmen können er sei gleich Null. Denn über der Papille liegt das mit weichem Gallertgewebe gefüllte Schmelzorgan, das keinerlei Hinderniss für das Wachsthum des Zahnbeines bietet. Die Odontoblasten besitzen gerade oder gablich getheilte Fortsätze, um diese herum lagert sich die harte Substanz. Es existirt nirgends ein Grund für eine Knickung der Zahnröhren, *i. e.* für eine Verschiebung der Odontoblasten und deshalb finden wir überall in den Randschichten der substantia eburnea den geraden Verlauf durch keinerlei Knickung irgend geändert.

Um einer nun folgenden Menge neuen Zahnbeines Platz zu machen muss entweder die Pulpa zurückgedrängt, oder die Kappe von Zahnbein in die Höhe geschoben werden. In beiden Fällen, sowohl nach oben als unten, giebt es Widerstände: die Pulpa sitzt im Grund der Alveole fest, ein Ausweichen nach unten ist unmöglich, oben ist die Lage von Dentine am Vorrücken gehindert durch das Dach der Alveole. Während des ganzen Wachsthums, es mag von kurzer oder langer Dauer sein, kehren dieselben Widerstände immer wieder. Die knöchernen Wände der Alveole umschliessen den Zahn und er kann erst dann eine kleine Strecke vorrücken, nachdem er die starren Wände auseinander getrieben. Ist der gewonnene Raum ausgefüllt, so wiederholt sich dieselbe Scene. Am einleuchtendsten ist dies wohl bei den continuirlich wachsenden Zähnen, z. B. denen von Hippopotamus und ganz besonders beim Stosszahn des Elephanten. Sie stecken mit ihrem hinteren Ende in dem langen Knochenkanal des Kiefers und ein Vorrücken des kegelförmigen Zahnes ist nur denkbar, wenn er durch die Pulpa vorgeschoben wird, und wie ein Keil die harten Knochenwände auseinander treibt.

Es ist leicht einzusehen, dass bei einer solchen Art des Wachsthums die Widerstände sich an dem zartesten und verschiebbarsten Theile, an den Dentinzellen, den Odontoblasten vorzugsweise spiegeln werden. Treibt die Pulpa den Zahn nach vorwärts, so müssen auch diese zarten Gebilde in Action treten, sie sind es ja, welche diesen Druck auf das Zahnbein übertragen.

Nehmen wir unser Bild von dem dicht mit Grashalmen besetzten Hügel wieder auf und vergegenwärtigen wir uns, dass leicht biegsame Fäden eine schwere Decke von Zahnbein und Schmelz emporheben müssen, so lässt sich erwarten, dass die zarten Halme etwas nach der Seite ausweichen werden, wenn zu dem Gewichte der Decke, das sie ohne Störung ihrer Richtung zu heben im Stande waren noch ein neuer Widerstand kommt z. B. die Festigkeit der Alveolenwand, wodurch ihre Tragkraft über Gebühr angestrengt wird. Hört dieser vermehrte Druck wieder auf, so werden die Halme wieder in ihre frühere Richtung zurückkehren können. Dies ist der Zustand, in dem sich die auf der Zahnpulpa dicht gedrängten Dentinzellen sammt ihren Fortsätzen zeitweise befinden. Auf ihnen ruht der ganze Zahn. Dieser soll vorwärts, aber die knöchernen Wände leisten Widerstand; die Gewalt von der Pulpa steigert sich allmälig, unter ihrem Einfluss erweitert sich allerdings der Knochenkanal, die Dentinzellen aber, welche wie tausend kleine Riesen sich dem Hinderniss entgegenstemmen, diese sonst geraden Träger neigen sich, werden nothwendig von der früheren Richtung abgelenkt und weichen etwas nach der Seite aus. Sie bringen das Hinderniss zum Weichen, und den gewonnenen Raum mauern sie sofort mit neuer Zahnmasse aus, aber die Wände um die Spitzen der Odontoblasten, die entsprechenden Abschnitte der Röhren haben dadurch eine schiefe Richtung bekommen. Hört dieser vermehrte Druck wieder auf, ist hinlänglich Raum gewonnen, so werden die Dentinzellen allmälig in ihre frühere Richtung wieder zurückkehren; denn jedes Empordrücken, wir müssen dies aus der Existenz dieser Wellenlinien schliessen, wird mit solcher Energie ausgeführt, dass damit zugleich der Raum für den absteigenden Theil der Welle gewonnen ist, eben so gross, wie jener, welcher während des ansteigenden Druckes abgelagert wurde. Die Spitze des Wellenberges stellt den Zeitpunct dar, in welchem der Druck nach vorwärts am stärksten geworden war. Von dort aus markirt die nach dem Centrum abfallende Seite des Wellenberges die Rückkehr zur Ausgangsstellung.

Ein Blick auf die Fig. 2 Taf. XIX, 3 u. 4 Taf. XX wird meine Anschauung zu illustriren vermögen. Während des absteigenden Druckes kehren die Dentinzellen allmälig wieder in ihre frühere Stellung zurück, und nachdem sie auch während dieser Bewegung Zahnbein absondern, so können die nach der Maceration durch Luft sichtbar gewordenen Knickungen als eine Zeichenschrift betrachtet werden, die uns Grösse und Häufigkeit der Widerstände erzählt, welche der Zahn während seiner Entwicklung erfahren hat. Bei diesen Betrachtungen über die Arbeit der Odontoblasten und ihrer Fortsätze für das Vorwärtstreiben des Zahnes ist nicht zu übersehen, dass sie im Stande sind einen gewissen Druck auszuüben, ohne gerade Knickungen zu erfahren. Bei den Zähnen grösserer Thiere finden wir ausnahmslos in dem äusseren Drittel des Zahnes die Kanälchen gerade verlaufen, erst weiter nach innen treten die Knickungen auf (Fig. 3 u. 4 Taf. XX). Ein sehr bedeutender Theil des Zahnes wird also abgelagert und über seinen Ursprungsort geschoben, ohne dass die Odontoblasten wesentlich von ihrer Stellung abweichen. Die scharfen Knickungen, welche in den tieferen Schichten auftreten, zeigen deutlich, dass der Druck periodisch stärker werden musste, um den jetzt grösser gewordenen Zahn vorwärts zu treiben oder die Hindernisse zu beseitigen, welche die umgebenden Theile seinem Vordringen entgegensetzen.

Nur der periodisch sich steigernde Druck wird Knickungen und Wellenlinien hervorbringen. Nehmen wir die Existenz der immer wiederkehrenden Druckschwankungen einstweilen als erwiesen an, und untersuchen wir von diesem Standpunct aus die Erscheinungen bei der Entwicklung des Zahnbeines.

1 Mm. Dicke soll neu hinzukommen; denken wir uns diese Schichte von hundert Odontoblasten geliefert, so brauchten sie nur während der einen Wellenhälfte sich gegen den stetig von aussen wachsenden Widerstand zu stemmen, um auch für die zweite Hälfte Raum zu gewinnen. Der Druck während der ersten Hälfte müsste genügen, um so viel von dem Widerstand leistenden Gewebe zur Resorption oder zum Weichen zu bringen, dass auch die zweite Hälfte Platz findet.

Diese Druckschwankungen könnten, das wird man zugeben müssen, den Effect haben, dass der Verlauf der Zahnröhrchen eine Knickung erfahre, der beginnende Druck würde den Odontoblasten und damit den Zahnröhren eine andere Richtung geben, welche nach dem Aufhören sich in die entgegengesetzte umwandelte.

Dass während des Vordringens der ersten Hälfte der oben angenommenen Schichte zugleich auch Platz geschafft werden könne für die zweite, wird bei der Natur des Materiales, gegen das der Druck gerichtet ist und bei der Art der Wachsthumsvorgänge im Organismus, kaum zu bestreiten sein. Die 1 Mm. dicke Schichte, deren Ablagerung wir oben genauer verfolgten, wurde nur beispielsweise so stark angenommen. In Wirklichkeit sind die Lager, welche die Erscheinungen dieses schwankenden Druckes uns anzeigen, viel dünner. Beim Walross oft 6—8 Wellenbiegungen auf den Millimeter, mit anderen Worten 6—8 Druckschwankungen; beim Hirscheber ebenso viele, im Stosszahn des Elephanten 20—30.

Die Einfachheit der Knickungen hört sehr häufig gegen das Centrum der Dentine (Schneidezahn des Hippopotamus Fig. 2* Taf. XIX) ebenso gegen die Wurzel hin auf, die Wellenberge erhalten einen breiten Rücken, der bisweilen sogar mehrere Einsenkungen zeigt. (S. Fig. 3* Taf. XX.) Diese Form der Wellen zeigt an, dass der Druck mit der Grösse und Dicke des Zahnes länger anhält und steigt. Der Druck muss sogar auf einer gewissen Höhe fortdauern um die starre Alveole zu erweitern. Den anhaltenden Druck zeigt der breite Rücken des Wellenberges. Die leichten Einsenkungen deuten darauf hin, dass selbst während dieses lange dauernden gesteigerten Druckes geringe Schwankungen eintreten können; diesen Zeichen eines lange stattgehabten Druckes folgen jene eines längeren gleichmässigen Wachsthums, nämlich die Wellenthäler (Fig. 2 Taf. XIX, Fig. 3 u. 4 Taf. XX).

Halten wir diese beiden Erscheinungen, die Wellenberge und die Wellenthäler zusammen, so können wir daraus lernen wie häufig der Druck sich wiederholte, ob er stets gleich oder in seiner Grösse Schwankungen unterworfen war. Wie lange die Zeit währte, bis er sich wiederholte, ob dies regelmässig geschah oder unregelmässig. Auch über diese Verhältnisse wird ein Blick auf die Figuren eine schnelle Uebersicht geben. Der Raum zwischen zwei Wellen giebt die Zeitdauer, innerhalb welcher das Vordringen des Zahnes ohne wesentliche Hindernisse stattfand und kein vermehrter Druck die Dentinzellen nöthigte ihre gerade Linie zu verlassen. Die Höhe der Wellen drückt die Grösse und Dauer des Widerstandes aus. War derselbe einfach vermehrt, um nach kurzer Zeit auf ein früheres Mass zurückzukehren, so erscheint eine einfache Knickung, die je nach den Modificationen höher oder niedriger sein kann. Wellen, wie sie in Fig. 2* Taf. XIX vorkommen, mit doppeltem Rücken, entstanden wie schon erwähnt dadurch, dass der gesteigerte Druck etwas nachliess, um bald wieder zu seiner früheren Höhe anzusteigen. In solchen Fällen bedurfte es einer besonderen Anstrengung, um die festen Wände der Alveole entsprechend auseinander zu treiben.

Es ist wohl zu beachten, dass eine Aenderung in der Richtung des Röhrenverlaufes erst dann beginnt, nachdem der Mantel eine gewisse Ausdehnung erhalten hat, dass die Knickungen erst niedrig sind, und gegen die innern Dentinschichten an Höhe und Ausdehnung zunehmen.

Alle diese Erscheinungen lassen sich verstehen bei der Annahme von Druckschwankungen während der Entwicklung des Zahnes. In den ersten Stadien, so lange die vermehrten Widerstände fehlen, bemerkt man keine Knickungen, erst später, allmälig treten sie auf und steigern sich bis zu einem bedeutenden Grade. Die schematische Figur Taf. XIX illustrirt diese Auffassung. An allen dort dargestellten Zahnröhren verschiedener, oft weit in der Organisation von einander abstehenden Thiere, zeigt sich ohne Ausnahme, dass in den zuerst abgelagerten Schichten noch keine Knickungen vorkommen, dass dieselben anfangs niedrig sind, später jedoch mit der Vermehrung der Widerstände an Höhe und Ausdehnung zunehmen. Es ist unnöthig, weitere Details in dieser Hinsicht anzuführen. Die Abbildungen vom Flusspferd, Nashorn, vom Backzahn des Elephanten und Pferdes bestätigen dieses Verhalten zur Genüge.

Es giebt unter den Knickungen der Zahnröhren noch andere Eigenthümlichkeiten, welche direct auf Druckwirkungen hinweisen. Beim Stosszahn des Elephanten wurde darauf aufmerksam gemacht, wie die centripetal sich kreuzenden Linien oder guillochirten Schichten von ganz bestimmten Puncten und nach beiden Seiten divergirend auseinander treten. (Stzbchte. d. M. Acad. Nov. 1871.) Hier von Schichtung zu sprechen wird gewiss Niemand in den Sinn kommen; dagegen hat die Annahme, dass Druckwirkungen im Spiele sind, sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich. Wer sich die höchst interessanten Forschungen von H. Meyer über die Architectur der Spongiosa[1]) und des Resultates erinnert, wonach das spongiöse Knochengefüge nicht ein regelloses Gewirre von Knochenblättchen ist, sondern ein nach mechanischen und statischen Verhältnissen und durch Nothwendigkeit bedingtes Netz von Stützbalken und Strebepfeilern darstellt, der wird bei der Betrachtung der Architectonik des Elephantenzahnes auf dieselbe Ansicht verfallen.

Nun ist es H. Meyer selbst und J. Wolf[2]) möglich gewesen, die Uebereinstimmung der architectonischen Ordnung der Spongiosa mit den theoretischen Linien der graphischen Statik klar darzuthun. Der Mathematiker Culman hatte durch sein epochemachendes Werk, »die graphische Statik« den Weg geebnet. Für den Beweis, dass die centripetal-verlaufenden Wellenlinien des Elephantenzahnes aus denselben mechanischen Ursachen hervorgehen, giebt es leider noch keine mathemathischen Beweise. Die Erfahrungen über die Wirkungen der Kräfte von innen nach aussen, z. B. des Pulvers auf die Kanonenröhre, des Dampfes auf die Wände des Kessels konnten noch nicht unter mathemathische und graphisch darstellbare Gesichtspuncte gebracht werden, wie dies bei den entgegengesetzten Druckwirkungen, von aussen nach innen — bei Gewölben — Brücken etc. der Fall ist. Die Anhaltspuncte, welche ich für meine Ansicht habe, lassen sich nicht einmal experimentell feststellen. — Bis dieser Zeitpunct gekommen ist, will ich wenigstens nichts unterlassen beizubringen, was für spätere Untersuchungen dieser Art dienlich sein könnte.

Die Architectur des Elfenbeines steht ebenso vereinzelt da, wie dessen hoher Grad von Elasticität. Unwillkürlich wird man zwischen diesen beiden Eigenschaften einen gewissen Zusammenhang vermuthen, besonders seit man weiss, dass die Tragfähigkeit der Knochen abhängt von einer bestimmten Architectonik der Spongiosa. Denn es liegt nahe in diesen nach allen Richtungen centripetal laufenden und sich durchkreuzenden Wellen ein Mittel zu sehen, den Stoss, den zum Beispiel die Billardkugel erhält, nach allen Seiten gleichmässig fortzutragen. Die in drei verschiedenen vertikalen Ebenen gekrümmter Zahnkanälchen und die dazwischen liegende Substanz, welche ja in ganz denselben Richtungen wie die Zahnkanälchen gekrümmt ist, wird sich um so leichter in noch höherem Grade verschieben können, je zahlreicher die schon geebneten Pfade sind, auf denen der Druck fortschreiten muss.

---

[1]) Reicherts und du Bois-Reymond's Archiv 1867.

[2]) Ueber die innere Architectur der Knochen in ihrer Bedeutung für die Frage vom Knochenwachsthum — Virchow's Archiv Bd. 50, 1870.

Wenn das Gitterwerk einer Eisenbrücke, und das der Spongiosa und die Druckcurven der Krahnen dieselbe Aufgabe haben, dann scheinen mir die Linien im Elfenbein eine ähnliche Leistung zu besitzen, wenn der Grund ihrer Entstehung auch ein ganz anderer war. Entstanden sind diese Wellenlinien während der Entwicklung des Zahnes und während eines Druckes, der von innen nach aussen wirkte. Während die Pulpa das Elfenbein ablagerte musste gleichzeitig der Zahn aus dem Kiefer hervorgeschoben werden, so wie dies schon früher ausführlich geschildert wurde; ein ganz bedeutender Druck scheint hier stattzuhaben und zwar ein continuirlicher von den Kanten nach dem Centrum zu, und ein unterbrochener, so wie dies die concentrischen Linien erkennen lassen. (Bei allen andern Zähnen findet man die Zahnröhren bekanntlich nur in concentrischen Ringen gekrümmt.) Dieselbe Anordnung des Elfenbeines, welche während der Entwicklung entstanden ist, unter dem Einfluss eines von innen nach aussen gehenden Druckes, kann später dazu dienen, um einem Stoss vermehrten Widerstand zu leisten, der von aussen nach innen wirkt. Ich habe diesen Umstand betont um darauf hinzudeuten, dass die Elasticität, soweit sie von der Anordnung der Masse abhängt, ein zufälliges Resultat der Entwicklung ist.

Meine Anschauung, dass diese Wellenlinien dieselbe Bedeutung wie Druckcurven haben, wird noch durch einen anderen Umstand, wie ich glaube, erheblich gestützt, nämlich durch eine Analogie zwischen der Anordnung der Durchkreuzungsstellen der Wellen im Elfenbein und denen des Knochens. Es ist eine auffallende Erscheinung, dass die Wellen dort, wo sie sich, von verschiedenen Richtungen kommend, durchkreuzen, die grösste Höhe und Breite haben. (S. die Fig. 4 der Sitsbchte. v. Nov. 1871.) Wenn man nun im Bau der Spongiosa eine Verdickung des Gitterwerkes an den Knotenpuncten constatiren könnte, wenn ausnahmslos dort, wo sich die Balken kreuzen, von der sonst so sparsamen Natur mehr Material angehäuft worden wäre, so dürfte man doch mit einigem Recht vermuthen, dass dies aus mechanischen Gründen, der grösseren Tragfähigkeit wegen, geschehen sei. In der That ist dies der Fall. An den photographischen Abbildungen der vortrefflichen Durchschnitte der Spongiosa, welche J. Wolf seiner Abhandlung beigegeben hat lässt sich leicht constatiren, dass an den Durchkreuzungspuncten die Knochenmasse stets verdickt ist[1]; (namentlich Taf. II Fig. 1 frontaler central gelegener Längsschnitt vom Femur einer

Die Zähne der übrigen Thiergeschlechter, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, besitzen nur concentrische Anordnung der Krümmungen. Das interessanteste Bild bieten, soweit ich diese Organe kenne, die Zähne des Flusspferdes. Die Oberfläche dieser Zähne ist mitunter stark canellirt, das mir zu Gebote stehende Exemplar war freilich gerade darin nicht besonders ausgezeichnet, aber vielleicht wiegt dann die Thatsache um so mehr, dass der Einfluss der äusseren Form des Zahnes sich bis in die tiefern Schichten des Zahnbeines hinein abspiegelt. Der Querschnitt stellt wie beim Elephanten ein Polygon dar, wie dort sind die Ränder zwischen zwei vorspringenden Winkeln eingebogen, gleich dem Querschnitt einer dorischen Säule. Das Polygon ist von unregelmässigen Linien begrenzt, die Winkel sind oft weit von einander entfernt — oft sehr nahe an einander gerückt. Die aussern Schichten des Zahnes (zuerst entstanden) besitzen die polygonale Form; sie füllt sich allmälig mit Dentine. Bei diesem Ausfüllungsprocess bleiben die Zahnkanälchen in den zuerst abgelagerten Schichten ohne scharfe Knickungen, man kann kurzweg sagen, sie verlaufen gerade. Die ziemlich dichtgedrängten Linien, welche man dort findet, rühren hauptsächlich von Interglobularräumen her. Die ersten Reihen der Interglobularräume folgen scharf dem zackigen Rand der Zahnbeinoberfläche. Allmälig werden jedoch die Winkel stumpfer und man bemerkt nurmehr eine leichte Ausbuchtung — (Fig. 1 Taf. XIX). Im Verlauf der Zahnkanälchen treten, $1/2$ Cm. von der Oberfläche des Zahnbeines entfernt, die ersten starken Knickungen auf. Sie stellen 1 — 2 Mm. lange Streifen dar, die an beiden Enden spitz auslaufen, dagegen in der Mitte breit sind (Fig. 1* Taf. XIX). Ueberdies sind sie leicht gekrümmt — Segmente eines Kreises, dessen Centrum mit dem des Querschnittes zusammenfällt. Die ersten Segmente sind kürzer, die folgenden werden allmälig länger, und umziehen dann in halben Bogen mitunter sogar zu dreiviertel den Mittelpunct. (Siehe Fig. 1.)

Es ist nun characteristisch und für meine Ansicht von grossem Gewicht, dass die ersten Spuren der winklig geknickten Röhren nicht den vorspringenden Winkeln entsprechen, sondern den einspringenden Flächen, d. h. die erste Beschränkung des Raumes für weitere Ablagerung der Zahnbeinmassen und namentlich die Stützpuncte für das Hinausschieben des Zahnes aus dem Grund der Alveole findet die Pulpa an den einspringenden Flächen; dort stemmt sie sich, wenn sie die Last vorwärts bewegt.

Gegen die Mitte des Zahnes hört allmälig der Unterschied zwischen vorspringenden Winkeln und einspringenden Flächen auf, die Unebenheiten sind ausgeglichen, die Innenwand ist jetzt gleichmässig, und nun stellen die Knickungen, welche für uns die Anstrengungen der Pulpa, den Zahn stückweise vorzuschieben

---

[1] Fachmänner auf dem Gebiet der Mechanik werden zunächst zu entscheiden haben, ob die Verdickung der Durchkreuzungspuncte in der That von einiger Wichtigkeit für die Tragfähigkeit der Knochen ist. Wenn dem so ist — so könnte die Anwendung dieses Principes für die Construction vielleicht einige Vortheile gewähren. —

25jährigen Frau Fig. 8 Frontaler durch das obere Ende des Unterschenkels einer 28jährigen Frau. Fig. 10 Sagittaler Längsschnitt durch die Mitte des Calcaneus eines 35jährigen Mannes). Diese Verdickungen der Balken in der Spongiosa, welche bisher übersehen wurden, wiederholen sich in den centripetalen Wellenlinien des Elfenbeines, und dieser Umstand hat meine Ueberzeugung von ihrem mechanischen Ursprung und der mechanischen Bedeutung wesentlich bestärkt.

Endlich ist noch ein Moment hervorzuheben. Die Untersuchungen der graphischen Statik ergeben, dass Druck- und Zugcurven sich rechtwinklig schneiden müssen. Dies ist auch bei den Wellenlinien im Elfenbein der Fall. Aber diese Anordnung ergiebt sich bei einem Druck, der von innen nach aussen wirkt, die des Knochens oder anderer Constructionen aber bei umgekehrter Belastung: dasselbe Resultat, wenn auch unter verschiedenen Umständen; so darf man bei ähnlichem Bau wohl auf ähnliche Functionen schliessen!

Wenn ich die im Elfenbein vorkommenden Krümmungen der Zahnröhren, überhaupt die mechanische Anordnung der Masse in einen gewissen Zusammenhang zu bringen suche mit der bekannten Elasticität des Elfenbeines, so bin ich doch überzeugt, dass dies nur der eine der Factoren ist. Der Andere, vielleicht nicht minder wichtige, liegt in der chemischen Zusammensetzung. — —

Stark entwickelte und dicht gehäufte Knickungen, wie ich sie vom Hippopotamus, Rhinoceros und dem Stosszahn des Elephanten abgebildet, vom Walross, Halicore dygong, Zeuglodon, Physeter macrocephalus, vom Crocodilus sclerops und Lucius; Sparus Rondeleti und von einem Plesiosaurus theils nach Präparaten, theils nach Abbildungen von Owen und den Angaben von Retzius kenne, kommen also bei Kalt- und Warmblütern vor; sie sind nicht abhängig von der Grösse des Zahnes, denn die Zähne des Plesiosaurus Hawkinsii Owen Pl. 74 übertreffen an Länge nicht die Eckzähne des Menschen und haben doch starke Knickungen, welche die des Menschen nie aufweisen, auch das

registriren, grosse Bogen dar; Beim Flusspferd sind sie jedoch keine vollständigen Ringe wie beim Elephanten. Die eine Hälfte des Querschnittes hat, wie schon bei der speciellen Beschreibung hervorgehoben wurde, schwächere Bogenlinien, als die andere; das rührt wohl von der starken Krümmung des Zahnes her, wobei die Convexität einen grösseren Weg zu beschreiben hat während sie aus dem Kiefer herauswächst, als die concave Seite.

Man wird zugeben müssen, dass die Ansicht einer schichtenweisen Ablagerung rathlos vor diesen Erscheinungen steht, während sie sich ungezwungen erklären lassen, sobald man den zweifellos bei der Bildung des Zahnes mitwirkenden und periodisch gesteigerten Druck damit in Zusammenhang bringt.

lebenslängliche Wachsthum ist es nicht, was unter allen Umständen die starken Knickungen hervorruft. Die Hauer des wilden Ebers besitzen solch feine und unbedeutende Knickungen, dass es die grösste Mühe macht sie nachzuweisen.

Die Beschaffenheit des Kiefers, die Festigkeit mit der die Zähne umschlossen sind, scheinen die hauptsächlich bedingenden Momente.

Meine Annahme, dass die Knickungen der Zahnröhren hervorgebracht werden durch einen periodisch gesteigerten Druck *i. e.* durch Druckschwankungen, wird eine bedeutende Stütze dadurch erfahren, wenn sich die Existenz ähnlicher Linien auch in dem Schmelz und Cement nachweisen lässt. Denn man wird voraussetzen müssen, dass diese Druckschwankungen nicht auf die substantia eburnea beschränkt bleiben können, sondern auch auf die übrigen Zahnsubstanzen ihren Einfluss üben müssen.

III.

Linien in der Substantia adamantinae.

Die Handbücher erwähnen seit Retzius's Mittheilungen bräunlicher Linien, oder farbig gleichlaufend übereinander liegender Streifen. Die Linien sind fein, dicht übereinander gelagert; doch ist der Abstand nicht immer gleich; einzelne treten stärker hervor, andere schwächer.

Schreger fand, dass der Schmelz in horizontalen Schnittflächen drei verschiedene Bänder oder Schichten bilde, eine äussere graue, eine milchweisse und eine innere wiederum graue Schicht. Schon Retzius hat dazu bemerkt, diese seien nur die gröberen braunen schon mit blossem Auge sichtbaren Striche, oder vielleicht mehrere, die zu dicht gedrängt beisammen stünden um einzeln bemerkbar zu sein. Das ist in der That die einzig richtige Deutung.

An Querschnitten der schmelzfaltigen Zähne giebt sich leicht Gelegenheit, die mit der Oberfläche des Zahnes parallelen Linien im Schmelz zu constatiren. Aber auch bei den einfachen Zähnen macht der Nachweis dieser Linien nicht die geringsten Schwierigkeiten. Im Stoss- und Backzahn des Ebers (siehe Fig. 7 Taf. XXI), sind sie scharf gezeichnet, als wären sie mit dem Griffel gezogen, jedoch dichter im ersteren als im letzteren. Bei dem Menschen, dem Hund, Affen, bei den Nagern, im Backzahn des Elephanten, beim Luchs, Schaf, Schwein, Pferd, Rind, überall findet man diese Linien, die auch jedes Handbuch abbildet.

Dieselben Linien findet man auf Längsschnitten, und es stellt sich dabei deutlich heraus, dass sie mit denen auf dem Querschnitt identisch sind. Ueber den Verlauf auf dem Längsschnitt, möge er nun sagittal oder frontal angefertigt sein, lässt sich nur sagen, dass diese Linien der Oberfläche der Krone parallel sind. Man darf nicht vergessen, dass der Schmelz auf die Oberfläche des Zahnbeines von oben deponirt wird, dass gleich von Anfang an der Ueberzug über die Ränder der Mahlfläche auf die Seitenflächen übergeht, und dort mit der zunehmenden Länge des Zahnes schliesslich bis zum Hals weiter schreitet. Eine triviale Ausdrucksweise, die aber den Hergang am besten bezeichnet, würde sagen, dass immer grössere, d. h. längere und weitere Mützen über die Zahnkrone von oben darauf gesetzt werden, bis die letzte nicht blos alle vorausgegangenen zudeckt, sondern auch bis an den Hals herunterreicht. Dieser Vergleich soll nur darauf hinweisen, dass die Ablagerung des Schmelzes über die Ränder der Mahlfläche fortschreitet. Es soll durch ihn weder die Entstehungsart der Linien angedeutet werden, noch die Vermuthung entstehen, als ob die Ablagerung eine Unterbrechung erleide. In dem Wachsthum der Prismen giebt es keinen Stillstand.

Man kann diese Vorstellung noch weiter festhalten, weil sie die parallelen Riffe erklären hilft, welche man auf der Oberfläche aller Zähne findet. Die Ablagerung des Schmelzes geschieht ebenso wie die des Zahnbeines: nach den Regeln des durch eine Oeffnung ausströmenden Thoncylinders. Die feinen oder groben Querlinien sind Marken, welche andeuten, um wie viel die folgende Schmelzlage länger war als die vorausgehende.

Diese Eigenthümlichkeit des Schmelzüberzuges hat nach Retzius Angabe schon Leuwenhoek genau gesehen. Es sind beim Menschen fast immer zarte dicht beisammenstehende Querleisten, welche ringförmig die Krone umziehen in Fig. 11 Taf. XXI, in Fig. 12 Taf. XXI vom Orang Utang, wo sie stärker eingeprägte ringförmige Wülste darstellen. Auf dem Stosszahn des Ebers (Fig. 13 Taf. XXI) treten sie noch stärker hervor. Beim Durchblättern des Owen'schen Werkes findet man diese Querstreifen ebenfalls durch die Zeichnung deutlich hervorgehoben. Man erkennt sie an den Zähnen des Mastodon, Hippopotamus, der Suidae, der Phocidae, der grössern Feliden und Musteliden, der Caniden u. s. w.

Czermak hat beim Menschen, auf dem dritten Theil einer Linie nahe an der Schmelzgrenze 24—28, weiter oben 10—12, endlich ganz oben 4—6 gezählt. Man untersucht dieses Verhältniss am besten bei auffallendem Licht mit einer starken Loupe.

Man betrachtet allgemein die dunkeln Linien als den Ausdruck der schichtenweisen Bildung des Schmelzes; (die Behauptung, ein Farbstoff sei der Grund dieser Streifen, fand niemals ausdrückliche Zustimmung) aber man vergisst, dass eine schichtenweise Bildung des Schmelzes durch Nichts zu beweisen ist, dass dagegen die ganze Anordnung der Elemente ebenso wie im Zahnbein für einen ununterbrochenen Aufbau des ganzen Gebildes spricht.

Owen[1]) und Czermak haben schon längst[2]) den wahren Grund dieser braunen Streifen gefunden, aber man hat diese Angaben entweder nicht berücksichtigt oder falsch verstanden. Der Letztere hat richtig bemerkt: »Die Streifen werden hervorgebracht durch regelmässige Zickzackbiegungen der Schmelzprismen, indem die Lichtstrahlen unter verschiedenen Winkeln auf die verschieden geneigten Flächen der Prismen auffallen und daher bald in das Auge des Beobachters reflectirt werden, bald keine in dieser Richtung reflectirende Oberfläche finden, wodurch dann nothwendig helle und dunkle Streifen entstehen müssen. Würden alle Prismen gerade gestreckt auf dem kürzesten Weg von der innern zur äussern Oberfläche des Schmelzes ziehen und niemals gruppenweise einen gebogenen Verlauf haben, so könnten solche helle und dunkle Stellen gar nicht entstehen. Der Wechsel des Lichtes — auffallend oder durchgehend — bei einer Drehung um einen Winkel von 180° zeigt, dass die verschiedene Neigung der Prismen gegen das Licht auch verschiedene Anordnung der hellen und dunklen Streifen hervorruft«.

Czermak zählte bei menschlichen Zähnen ungefähr 55 helle und ebensoviele dunkle Streifen, also 55 Knickungen der Schmelzprismen.

Dass die Schmelzprismen in ihrem Verlauf regelmässige Knickungen zeigen, hat schon Retzius[3]) gesehen, und nach ihm Owen[4]) constatirt, aber die Existenz dieser »Parallelbiegungen« ist, soweit ich die Literatur kenne, nur von Czermak wieder beachtet worden. Waldeyer[5]) erklärt ausdrücklich sie nicht gesehen zu haben.

Um dieser Thatsache ihren Platz zu sichern, habe ich vom Backzahn des Elephanten (Fig. 5 Taf. XX) und vom Menschen (Fig. 14 Taf. XXI) diesen winkligen Verlauf copirt. Man sieht, die Schmelzprismen besitzen zahlreiche Krümmungen, welche sehr dicht aufeinander folgen, und scharfe Winkel zeigen. Die Stärke und Häufigkeit der Knickungen ist verschieden selbst bei einem und demselben Individuum.

---

1) Odontographie Vol. I. pag. 465.

2) Im Jahr 1850.

3) a. a. O. S. 536.

4) a. a. O. S. XXV.

5) Stricker's Handbuch S. 339.

Die genaue Untersuchung ergiebt ferner, dass, abgesehen von diesen Knickungen, die Schmelzprismen doch senkrecht zur Oberfläche des Zahnes stehen. Und dies gilt von allen Thieren, die ich untersuchte. Es kommen freilich an einzelnen Stellen Abweichungen von der Hauptrichtung vor, namentlich in der Nähe der Zahnbeinoberfläche, also in den zuerst abgelagerten Schichten, und einen regelmässigen Fall dieser Art werde ich später besprechen, aber im Allgemeinen ist die Stellung der Prismen überall dieselbe, senkrecht zur Oberfläche wie die Zahnröhrchen.

Bei solcher Richtung beschreiben die Prismen, wenn man von den feinen Knickungen absieht, auch noch Curven, grosse Biegungen, ebenso wie dies oben von den Zahnröhren beschrieben wurde, ja es kommt wie dort ebenfalls vor, dass man wohl deutlich ausgesprochene Curven, aber keine Knickungen findet.

Die Schmelzprismen können also bezüglich ihrer Anordnung vollständig mit den Zahnröhrchen verglichen werden. Beide stehen im Allgemeinen senkrecht zu ihrer Grundlage, die einen zur Pulpa, die andern zum Zahnbein, beide zeigen während ihres Verlaufes Curven und Knickungen. Diese Eigenthümlichkeiten der Schmelzprismen sind leicht nachzuweisen, sobald man nicht allzu starke Vergrösserungen, nur solche zwischen 60—80 anwendet.

Ist einmal festgestellt, dass die Schmelzprismen Knickungen besitzen und dass diese der Grund sind der bekannten braunen Linien, welche der Oberfläche des Zahnes parallel ziehen, so wird man auch jene Streifen deuten können, welche die Richtung der übrigen im rechten Winkel kreuzen. Auf Längsschnitten bemerkt man nämlich, wenn der Schliff nicht allzu dünn ist, schon mit blossem Auge im Verhaltniss zur Länge breite Streifen. (Siehe Kölliker's Gewebelehre 5. Aufl. Fig. 250, Stricker's Handbuch Fig. 97 *i*.) Am Hals des Zahnes ziehen sie sanft ansteigend nach aussen und oben; an der Mahlfläche stehen sie senkrecht. Es sind dieselben, die Schreger als Faserstreifen bezeichnet hat und Retzius mit der ihm eigenthümlichen Umsicht beschrieben. Seine Deutung können wir nicht acceptiren. Er hat nämlich auch hier wie bei den zur Krone parallelen Linien den Schatten der Querstriche an den Schmelzprismen im Verdacht.

Diese Streifen erscheinen ebenso wie die zuerst erwähnten bei durchfallendem Licht braun, bei auffallendem weiss, sind also durch den Gang der Lichtstrahlen bedingt, welcher von anders gestellten Flächen der Schmelzprismen geändert wird; d. h. bestimmte Reihen der Schmelzsäulen sind so gestellt, dass sie bei durchfallendem Licht die Strahlen ablenken und dadurch dunkel erscheinen, während bei auffallendem Licht die ganze Substanz im Atlasglanz schimmert, und die das Licht am meisten reflectirenden Stellen, die am günstigst gestellten Säulenreihen als die hellsten Streifen hervorleuchten.

Was sonst noch von Linien erzählt wird, die von irgend einem Farbstoff herrühren sollten, so halte ich sie für eine Täuschung und Verwechslung mit denjenigen, welche sonst der veränderten Richtung ganzer Schmelzlager ihren Ursprung verdanken. Färbungen müssten nicht allein bei durchfallendem, sondern auch bei auffallendem Lichte sichtbar sein, wie das in der That beim Biber der Fall ist. Die orangegelbe Farbe der Schneidezähne hat ihren Sitz in den äussersten Lagen des Schmelzes, von denen übrigens nur eine sehr dünne Schicht gefärbt ist.

Die Streifen der Substantia adamantinae, welche bräunlich tingirt erscheinen bei durchfallendem Licht, entsprechen also Knickungen. Und diese sind bezüglich ihres Ursprunges verwandt mit denen des Zahnbeins, sind die Zeichen jener häufigen Widerstände, welchen die Ablagerung dieser Substanz begegnet. Wenn Czermak auf dem Schliff eines menschlichen Zahnes 55 solcher Knickungen im Schmelz zählen konnte, so zeigen diese an, dass ebenso oft die Schmelzzellen und ihr Product durch Druck in eine andere Richtung versetzt wurden, und dann allmälig in die frühere Stellung wieder zurückkehrten, nachdem das Hinderniss beseitigt war Diese Knickungen der Prismen können sich bilden, ohne dass ihre Production auch nur einen Moment sistirt wird, ein Vorgang, vollkommen analog dem bei der Entstehung der Knickungen der Zahnröhren.

Die Annahme dieser Anschauung über die Entstehung der Knickungen und Curven im Schmelz, ist unabhängig von irgend einer der Hypothesen von der Bildung dieser Substanz. Mag die Entstehung der substantia adamantinae einer Zellenausscheidung zugeschrieben werden, oder mag man an die directe Umwandlung der Schmelzzellen in Prismen glauben, gleichviel: die Prismen werden nothwendig den Einfluss der Widerstände erfahren müssen, welche das Zahnwachsthum begleiten.

Eine genaue Untersuchung des Emails ergiebt, dass die oben beschriebenen Knickungen nicht die einzigen Störungen sind, welche die Schmelzprismen bei ihrer Entstehung erleiden. Jedes Hinderniss, auf welches die regelmässige Ablagerung stösst, kann der Grund werden, dass sowohl die Richtung der Linien als die sonst regelmässige Reihenfolge der Prismen selbst geändert wird. Man wird wohl selten irgend einen Backzahn vom Menschen untersuchen können, an dem sich nicht ein paar Stellen fänden mit starker Einbuchtung der Emailschicht von aussen her. Auf der Mahlfläche der hintersten Backzähne sind in der Regel zwei sich kreuzende Furchen. Sie entsprechen den tiefsten Stellen jener Thäler, welche sich zwischen den Hügeln der Krone befinden. In dem Kreuzungspunct dieser Furchen findet sich in der Regel eine cylindrische Vertiefung, eine Cisterne [1]. An der tiefsten Stelle ist die Emailschicht oft nur $^1/_6$—$^1/_5$ Mm. dick, während sie zu beiden Seiten bis zu $1^1/_2$ Mm. Dicke ansteigt. Diese Einkerbungen sind offenbar die Folgen von Bindegewebswucherungen, welche von dem Zahnsäckchen aus gegen die Membrana adamantinae sich vordrängten. An solchen Stellen ist die Regelmässigkeit der Ablagerung gestört, so zwar, dass sowohl die obenerwähnten Schmelzlinien von ihrem sonst regelmässigem Verlaufe abweichen mussten, als auch die einzelnen Prismen selbst in Unordnung gebracht wurden. Siehe Fig. 14 Taf. XXI, welche die störenden Wirkungen eines solchen Druckes auf die Reihen der Schmelzprismen demonstrirt. Die Bindegewebsmasse beeinflusste die Richtung des Schmelzzellen, so dass diese eine unregelmässige Stellung einnehmen mussten; der Druck auf die Zellen spiegelt sich in ihrem Product, den Prismen.

Ich glaube, es lässt sich kaum ein schlagenderes Beispiel anführen, das die Wirkungen eines Druckes auf die Richtung und den Verlauf der Elemente des Schmelzes deutlicher nachwiese.

Der Druck dieser Bindegewebsmasse vernichtet später an dieser Stelle das Schmelzorgan selbst, so dass jede weitere Production von Schmelz aufhört, und so die tiefen Furchen und Lücken im Ueberzug des Zahnes entstehen.

Die Erscheinung, dass an den Furchen und Vertiefungen die regelmässige Richtung der Schmelzprismen gestört ist, correspondirt vollständig mit der Aenderung des Verlaufes der Zahnkanälchen zunächst der Pulpahöhle. Man weiss, dass dort in der Regel die Zahnkanälchen von der regelmässigen Anordnung abweichen: Wirbel bilden, d. h. nach verschiedenen Richtungen gelagert sind. Im Schmelz kann ganz dasselbe vorkommen, hervorgerufen durch den Druck eines Bindegewebekeils, der die regelmässige Anordnung der Elemente stört, ja sogar die weitere Thätigkeit des Schmelzorganes unterdrückt.

---

[1] Ich habe das Wort Cisterne gewählt, weil diese Vertiefung wohl stets mit Speiseresten gefüllt ist, deren Zersetzung allmälig die Emailsubstanz erweicht und so die Zerstörung des ganzen Zahnes nach sich zieht. Die oft so rasche zerstörende Wirkung erklärt sich, wenn man bedenkt, dass zwischen den Schmelzprismen Spalträume feinster Art vorkommen, deren Nachweis an getrockneten Präparaten nicht allzu schwierig ist. Ich werde Genaueres hierüber an einem andern Orte mittheilen.

IV.

Linien im Cement 1).

Auf dem Querschnitt des Stosszahnes vom Elephanten sind schon mit freiem Auge mehrere Linien im Cement zu sehen. Eine schwache Vergrösserung genügt, um einen ziemlichen Reichthum solcher Linien in der verhältnissmässig dünnen Schicht zu constatiren. Ich schätze in dem mir vorliegenden Präparat bei einer Dicke von 4 Mm. ungefähr dreissig solcher Cementlinien. Sie laufen der Oberfläche des Zahnes parallel und zwar mit solch strenger Regelmässigkeit, dass Erhöhungen und Vertiefungen der Zahnbeinoberfläche sich in den Cementlinien auf's genaueste wiederspiegeln. Sie geben nicht nur die Winkel wieder, welche auf dem Querschnitt angetroffen werden und von der facettirten Oberfläche des Elfenbeins herrühren, sondern auch die kleinen warzigen oder drusigen Erhebungen, welche auf den Grenzschichten des Zahnbeines nirgends fehlen (siehe Fig. 15 Taf. XXI). Es ist ja eine anerkannte Thatsache, dass die substantia eburnea wohl bei keinem Zahn und nach keiner ihrer Flächen hin, weder nach dem Cement, noch dem Email, noch der Pulpahöhle zu mit einer ebenen Fläche abschliesst, sondern immer drusig oder warzig sich emporhebt.

Von menschlichen Zähnen sind diese Hervorragungen wiederholt beschrieben und abgebildet worden. Ganz dieselbe Eigenthümlichkeit ist auf der Grenzschicht der substantia eburnea vieler anderer Thiere zu constatiren. Beim Pferd z. B. sind diese Erhebungen der Zahnbeinfläche wie kleine Spitzen mit breiter Basis (Fig. 6 Taf. XXI). Die des Elephanten sind nicht so stark kuglig wie jene des Menschen, sondern sanft gewölbt, mehr uhrglasförmig über die Fläche hervorragend. Diese kleinen Erhebungen der Zahnbeinoberfläche drücken sich in den Wellenlinien des darüber gelagerten Cementes ab, mit derselben Schärfe wie die Erhebungen eines Reliefs im Wachs wiederkehren (Fig. 15 *Cl* Taf. XXI).

Die Cementlinien im Elephanten-Stosszahn zeigen sich bei durchfallendem Licht als weisse Streifen. Diese weissen Schichten, ungefähr $^{1}/_{20}$ Mm. breit, besitzen keine Knochenkörperchen, oder nur sehr wenige.

Ray Lankester 2) beschreibt das gleiche Verhalten von dem Cement an den Zähnen des Micropteron Sowerbiensis E. »das Cement zeigt ein

---

1) Selbstverständlich ist hier nicht von jenen Linien die Rede, welche mit Knochenlamellen zusammenhängen.

2) On the tooth of Ziphius Sowerbiensis Journ. of M. Sc. 1867 S. 59.

auffallend gebändertes Aussehen, die ganze Dicke des Lagers wird in mehrere kleinere Streifen zerlegt«.

Die Deutlichkeit dieser weissen Streifen wird noch bedeutend dadurch gesteigert, dass an ihren Rändern die Knochenkörperchen sehr dicht gehäuft sind (Fig. 15 Taf. XXI). Es scheint mir diese auffallende Beschaffenheit des Cementes, das abwechselnd aus hellen zellenlosen Streifen und breiten zellenreichen Bändern aufgebaut ist, am besten mit der Annahme zu erklären, dass in einem Zeitabschnitt die Neubildung der Knochenmasse nicht im Mindesten gehindert war und also ebenso wie im übrigen Skelet ein grösserer Abstand zwischen den zelligen Elementen entstehen konnte (helle Linie), während in einem folgenden Zeitabschnitt der Zahn auf Hindernisse stiess bei seinem Vorrücken und die Zellen dichter an einander rückten bei verhältnissmässig geringer Zwischensubstanz (breite zellenreiche Bänder). Wechseln diese Zustände häufiger mit einander ab, so wird man im Cement abwechselnd helle und dunkle Linien finden, also die Zeichen einer wiederholten Druckschwankung constatiren können.

Es giebt aber in dem Cement auch Röhren, und diese müssen, wenn meine eben ausgesprochene Ansicht richtig ist, die Spuren der Druckschwankungen ebenfalls an sich tragen. Die Röhren im Cement gehören theils den Knochenkörperchen an, welche in den Zähnen von Elephas, Hippopotamus, Rhinoceros und Sus babirussa hauptsächlich radiär gestellte Ausläufer besitzen, theils selbständigen feinen Kanälen, die ich Cementröhren nennen werde. Czermak und Kölliker haben diese von Retzius am Backzahn des Elephanten zuerst beschriebenen Cementröhren erwähnt und abgebildet, während Waldeyer in Stricker's Handbuch sie nicht erwähnt. Kölliker erkennt auch ihre Aehnlichkeit mit Zahnkanälchen an, auf die Retzius aufmerksam gemacht hat. Im Cement des Elephantenstosszahnes sind sie so dicht aneinandergelagert, dass die dazwischenliegenden Knochenkörperchen mitunter schwer zu sehen sind. Ihre Dicke schwankt zwischen $^1/_{800} - ^1/_{1000}$ Mm.

An einzelnen Stellen sind sie erweitert und nicht selten hängen sie mit Knochenkörperchen zusammen. Retzius will Theilungen und Verbindungen derselben gesehen haben. Ich mache auf diese Röhren deshalb aufmerksam, weil auch durch sie die Linien im Cement des Elephantenstosszahnes markirt werden. Die Röhren zeigen sehr viele Biegungen, welche dadurch, dass sie in der ganzen Peripherie des Zahnes regelmässig auftreten das characteristische Aussehen dieser Knochensubstanz, sowohl auf dem Längs- als Querschnitt bedingen helfen. In Fig. 15 Taf. XXI sind diese Linien im Cement zu sehen.

Sie zeigen deutliche Wellen, ungefähr ebenso wie ein Bündel paralleler Fibrillen aus dem subcutanen Bindegewebe. Diese Krümmungen sind durch Druck hervorgebracht. Die Höhe der Krümmung entspricht der Höhe der Pression während der Ablagerung der Knochenschicht, die niedersten Stellen dem verhältnissmässig geringsten Druck.

Linien entstanden durch helle Bänder, welche frei sind von Knochenkörperchen, oder Linien entstanden durch gekrümmte Cementröhren und die gekrümmten Ausläufer der Knochenkörperchen sind nicht blos beim Elephanten zu finden, sondern auch bei Sus babirussa, im Schneidezahn vom Pferd und Esel, in den äussersten Lagen des Cementmantels am Backzahn vom Pferd und Nashorn. Von Sus babirussa ist eine kleine Stelle der gebänderten Cementschicht in Fig. 16 Taf. XXI abgebildet, ebenso von Hippopotamus (Fig. 3 *C* Taf. XX).

Retzius erwähnt solcher Cementröhren noch vom Schwein, vom Walross, von Delphinus Delphis, aber diese Angaben bedürfen noch weiterer Controle, weil **Retzius** die Bezeichnung Röhren anwendet auch für die **Havers**'schen Kanäle.

Wo Linien im Cement vorkommen ohne die Anwesenheit solcher »Cementröhren«, kann, wie schon erwähnt, die Lagerung der Knochenkörperchen und die Krümmung ihrer Ausläufer, Linien hervorbringen.

Beim Menschen kommen nur sehr selten solche Linien vor, weil das Cement in der Regel ausserordentlich dünn ist an den Zähnen, sich überdies verhältnissmässig spät bildet an den untersten Theilen der Wurzeln, d. h. zu einer Zeit, wo wenig Widerstände mehr vorkommen dürften. Doch kann man in günstigen Präparaten, und die Fig. 17 Taf. XXI stellt eine kleine Partie der Cementschicht (Wurzel eines Backzahnes) dar, nicht nur bandartige hellere Streifen finden, sondern auch eine Richtung der Kanälchen, welche einen wellenförmigen Verlauf, also Krümmungen, nicht verkennen lässt. Dass bei dem Menschen auch Cementröhren vorkommen, lässt sich an manchem Präparat nachweisen. **Kölliker** bildet sehr lange Cementröhren vom Menschen ab (Hdbch. 5. Aufl. Fig. 255). —

V.

Linien, entstanden durch die Schnittführung.

Man hat bisher diese Linien kaum irgend einer genaueren Betrachtung gewürdigt. Wo immer Unterbrechungen des Zahnröhrenverlaufes bemerkt wurden, da brachte man sie mit Schichtung in Zusammenhang.* Eine Sorte dieser fälschlich sog. Schichtungslinien werden nun im Zahnbein erst durch den Schnitt erzeugt.

Ein auffallendes Beispiel dieser durch Schnitt erzeugten Linien bietet auch hier wieder der Zahn des Flusspferdes. In den innersten Schichten des Zahnes sind die Knickungen mitunter so stark, dass der Horizontalschnitt nicht selten einen Theil derselben entfernt, also eine Linie entsteht, welche von abgeschnittenen Zahnkanälchen herrührt. Es ist mitunter sehr schwer, die Ursache dieser Linie an dem Präparat auf den Schnitt zurückzuführen, und deshalb erklärlich, dass selbst die besten Abbildungen in manchen Fällen keine Vermuthung zulassen, ob man in dem gegebenen Fall eine durch Schnitt entstandene Linie vor sich habe oder nicht. Im Ganzen interessirt uns diese Frage auch nicht weiter, es genügt darauf hingewiesen zu haben, dass der Schnitt, wenn er die ansteigende Reihe der Zahnkanälchen unter einem scharfen Winkel kreuzt, eine Linie erzeugen kann. Man darf sich nur der scharfen Knickungen erinnern, welche die Fig. 3 Taf. XX vom Zahn des Hippopotamus giebt, und es wird selbstverständlich, dass ein horizontaler Schnitt häufig die Kuppe, namentlich grössere Knickungen entfernen wird. Der Effect durch den Reflex des Lichtes bleibt für die Betrachtung mit der Loupe in einem solchen Fall zwar vollkommen gleich: Die Strahlen treffen irgend eine Seite der schief gerichteten Röhrenreihen und werden in einem andern Winkel zurückgeworfen, aber das mikroskopische Bild ist verschieden. Der sonst regelmässige Zug erscheint unterbrochen. Eine solche Trennungslinie von der aus die Zahnröhren beiderseits in verschiedenen Ebenen verlaufen, brächte vielleicht noch mehr als die Wellenlinien auf die Vermuthung, dass man es hier mit einer schichtenweisen Ablagerung zu thun habe.

In der Fig. 3 Taf. XX (vom Flusspferd) ist zunächst der Pulpahöhle eine solche Linie zu sehen, welche durch die Schnittführung hervorgebracht ist. Hat man diese Sorte von Linien einmal gesehen, so fällt es nicht schwer, sie an den verschiedensten Zähnen nachzuweisen. So kann man mitunter solche durch Schnitt entstandene Linien an Wurzeln der menschlichen Zähne finden, und den Backzähnen bei Perd, Rind und Esel etc.

Es giebt noch eine andere Anordnung der Zahnröhrchen, welche beim Horizontalabschnitt die Veranlassung zur Entstehung von Linien giebt. Wenn die Curven, welche die Zahnröhren beschreiben, sehr stark sind, so kann der Horizontalschnitt die Curve theilweise treffen und dadurch äusserst feine Linien erzeugen. Man denke sich feine Stäbe reihenweise so in eine Thonschicht eingekettet, dass sie zur Oberfläche nicht horizontal sondern schief gestellt sind, so wird ein Schnitt parallel zur Oberfläche mehrere Stäbchenreihen treffen. Aehnlich verhält es sich bei manchen Zähnen.

Ein vorzügliches Object in dieser Hinsicht ist der Stosszahn des wilden Ebers.

VI.

Schraubenwindungen der Zahnröhren.

Die vorausgegangenen Erörterungen über den Verlauf der Zahnkanälchen haben gezeigt, dass derselbe, namentlich bei einigen Thieren im hohen Grade complicirt ist. Selten, wohl nur bei einigen Fischen, ziehen die Zahnröhren von der Pulpahöhle bis zur Zahngrenze in einer leichten Curve, bei allen andern Thieren sind die Curven stark entwickelt und bei vielen noch überdies zahlreiche Knickungen vorhanden. Aber zu all diesen Eigenthümlichkeiten kommt noch das hinzu, dass die Röhre selbst, indem sie diesen Weg zurückgelegt, gleichzeitig schraubenartig gewunden ist. (Siehe die schematische Fig. 2 Taf. XIX †). Seit WECKER die Existenz dieser Schraubentouren gezeigt hat, weiss man, dass die sogenannten Undulationen der Zahnröhrchen (OWEN), Krümmungen (RETZIUS) nichts anderes sind als die von der Seite gesehenen Spiralen.

Der gewundene Verlauf der Röhren ist eine ebenso allgemeine Erscheinung wie die Bildung der Curven. Die Querschnitte aller Zähne, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, zeigten diese Eigenthümlichkeit. WECKER fand ganz dasselbe. Ein und dasselbe bedingende Moment wirkt also bei der Entstehung der Zähne in den verschiedensten Organismen, und ist wirksam bei Milch- wie bei Ersatzzähnen.

Die frühere Annahme, der Zahn bilde sich schichtenweise, genügt weder für die Erklärung der Linien in der substantia eburnea, dem Schmelz noch Cement, sie ist auch nicht im Stand über die Entstehung der Schraubentouren Licht zu verbreiten. Auch die Umwandlungstheorie, auf die WALDEYER so viel Hoffnung setzt, steht rathlos vor dieser Thatsache. Die einzige Erklärung scheint mir durch die Annahme gegeben, dass die Zahnfasern schneller wachsen als die Ablagerung des Zahnbeins geschieht. Denken wir uns einen bestimmten Zeitpunct während der Entwicklung der substantia eburnea. In der bereits abgelagerten Schicht stecke die Faser fest, von der Pulpa aus wachse nun $1^1/_4$ Mm. hinzu, dann muss sich die oben und unten festsitzende Faser nothwendig krümmen und nachdem die Verlängerung langsam geschieht wird eine Spirale entstehen um welche später die Zahnmasse erhärtet.

Für eine solche Annahme giebt die Beobachtung mancherlei Anhaltspuncte.

Vor allem ist zu bemerken, dass die Zahnfasern in verhältnissmässig sehr weiten Gängen der jüngsten Zahnbeinschicht stecken. Das zeigen die vortrefflichen Abbildungen bei Wenzel, Untersuchungen über die Entwicklung der Zahnsubstanzen Leipzig 1872 8⁰ namentlich Fig. 1. Die Verengerung dieser weiten Gänge durch Ablagerung der Zahnsubstanz geschieht sehr allmälig, so dass sich unterdessen die Zahnfasern schon spiralig gedreht haben können.

Ferner zeigen in der That die Zahnfasern in den noch weiten Gängen der Dentinschicht wiederholte Krümmungen. Ich verweise auch in dieser Beziehung auf die Abbildung bei Wenzel Fig. 8, welche hier um so mehr in's Gewicht fällt, als sie ohne die Absicht entworfen ist, für eine solche Auffassung verwerthet zu werden[1].

Wenn man die Voraussetzung gelten lassen will, dass die Zahnfaser schneller wächst als das Zahnbein, so steht der Erklärung, auf welche Weise sich die Spiralen im Zahnbein bilden, nichts im Wege.

Für die Entstehung der Spiralen im Zahnbein ist die Annahme von Druckschwankungen nicht erfordert. Stetiger Druck von den Odontoblasten aus bewirkt allein schon eine solche Erscheinung, sobald ein rascheres Wachsthum der Zahnfaser statt hat im Vergleich mit dem des Zahnknorpels.

Die Annahme von Druckschwankungen während des Zahnwachsthumes ist dagegen nothwendig für die Erklärung der Curven und der Krümmungen, welche an den Zahnröhren, den Schmelzprismen und den histologischen Elementen des Cements zu beobachten sind.

Linien, hervorgebracht durch regelmässig angeordnete Interglobularräume, haben mit Druckerscheinungen nichts zu schaffen.

München im November 1872.

---

[1] Es liessen sich auch für diese Erscheinung aus der Botanik analoge Fälle beibringen, aber ich ziehe vor, einen Versuch zu beschreiben, der mir für die Entstehung von Spiralen beweisend scheint, wenn ein cylindrischer Strang von ähnlicher Consistenz wie die Zahnfaser oben und unten festsitzend sich verlängert. Schklarewsky hat bei seinen Untersuchungen über die Extravasation der weissen Blutkörperchen Faserstoffcylinder beobachtet, die in einem Glasröhrchen so eingeschlossen waren, dass ihr oberes und unteres Ende fest sass. Nach ungefähr 1—1½ Stunden verlängert sich das Blutgerinnsel und zeigt schlangen- und spiralförmige Windungen. Pflüger's Archiv f. Phys. S. 662.

Erklärung der Abbildungen Taf. XIX—XXI.

Fig. 1 Taf. XIX. Querschnitt von einem Schneidezahn des Flusspferdes, Vergrösserung 7. Die Winkel, welche der Querschnitt zeigt, sind genau nach dem Original copirt, die übrigen Details halbschematisch gehalten und namentlich die der Dentine bei einer Vergrösserung von $^{60}/_{1}$ hineingezeichnet. Der Zahn ist von einer Cementschicht umgeben, welche drei deutliche Linien, an manchen Stellen vier erkennen lässt.

Die Dentine zeigt in den äussersten Schichten geschlossene Linien, dem Rande parallel laufend; der eine Theil gehört regelmässig angeordneten Interglobularräumen an *i*, der andere kleinen Knickungen *k*. In den innern Schichten trifft man grössere oder kleinere Bogen und Bogensegmente, welche keine geschlossene Linien darstellen und nicht symmetrisch angeordnet sind. Die vordere Zahnhälfte (in der Abbildung die obere) zeigt stärkere Bogen als die hintere. Diese Bogen bestehen aus starken Krümmungen oder Knickungen der Zahnröhren. Sie entsprechen den schon mit freiem Auge sichtbaren Linien.

i Linien, hervorgebracht durch regelmässig angeordnete Interglobularräume.

k kleine Knickungen.

* Starke Knickungen, Wellen vergleichbar, doch von kurzer Ausdehnung, auf bestimmte Radien des Querschnittes beschränkt, während in den tiefern Schichten der Dentine Bogen von grosser Ausdehnung zu finden sind.

Fig. 2 Taf. XIX. Schematische Darstellung des Röhrenverlaufes in der Dentine beim Menschen und einigen Thieren, um die Curven, die stärkeren und schwächeren Ablenkungen von der geraden Linie, die sog. Knickungen vergleichen zu können. Die Grundlinie stellt eine Abscissenachse dar, welcher der Verlauf einer Röhre aufgetragen wurde. Der mit Grau abgetonte Raum zwischen der Grundlinie und der Röhre entspricht dem Zahnbein. Nach links auf der Tafel befindet sich das dicke Ende des Röhrchens *i. e* sein Anfang in der Pulpahöhle. Bei neun Röhren blieb das Vorkommen von Interglobularräumen und Schraubenwindungen an den Zahnröhren völlig unberücksichtigt.

* Doppelknickung der Zahnröhren mit sattelförmiger Einschnürung; bei
† wurde ein Theil der Curve sammt den Schraubenwindungen dargestellt.

Fig. 3 Taf. XX. Segment eines Querschnittes vom Schneidezahn des Hippopotamus. Die Vergrösserung der Dentinschicht ist $^{13}/_{1}$, die des Cementlagers $^{30}/_{1}$, aber die Zahnröhren und ihre Knickungen sind bei $^{120}/_{1}$ in den Raum hineingetragen. Es lässt sich unter solchen Umständen erwarten, dass nur ein kleiner Theil der Linien Platz finden konnte.

i Linien, hervorgebracht durch regelmässig angeordnete Interglobularräume

k kleine Knickungen — feine Drucklinien

K grosse Knickungen — starke Drucklinien

* Doppelknickung der Zahnröhre mit eingesunkenem Rücken.

† Linie, hervorgebracht durch die Schnittführung. Der Schnitt hat die Spitze einer Welle hinweggenommen.

C Cement mit Cementlinien. Die Luft ist theilweise aus den Röhren und den Knochenzellen verdrängt, wodurch letztere als einfache Lücken erscheinen ohne Ausläufer.

Fig. 4 Taf. XX. Segment aus dem Querschnitt eines Backzahnes vom Nashorn. Der Schnitt ist vom Hals des Zahnes angefertigt. Vergrösserung $^{25}/_1$. Die Details sind bei $^{60}/_1$ hineingezeichnet. Die Begrenzung des Zahnes wird durch eine leicht braun gefärbte Schmelzschicht hergestellt, in der Wucherungen der Dentine voll von Interglobularräumen stecken, feine Schmelzlinien ziehen in Bogen über diese Hügel hinweg und senken sich zwischen dieselben hinab. In der Dentine beschreiben die Zahnkanälchen, wenn man ihren Verlauf in toto überblickt, bedeutende Curven, welche in der horizontalen Ebene liegen, und deshalb auf dem Querschnitt zum Vorschein kommen.

i und *K* wie in der vorigen Figur.

* Hügel von Zahnbein mit lufthaltigen Interglobularräumen im Schmelz.

Fig. 5 Taf. XX. Partie aus einem Backzahn des Elephanten. Querschnitt einer Lamelle. Vergrösserung der Dentine $^{17}/_1$, des Schmelzes $^{35}/_1$. Die Details der Dentine sind $^{60}/_1$ vergrössert, jene des Schmelzes $^{200}/_1$.

In der Dentine ist der Verlauf der central gelegenen Röhren mehr gerade, die seitlichen beschreiben starke Curven (Owen). Die kleinen dunkeln unregelmässigen Puncte in der Dentine sind Interglobularräume.

k, *K* wie in den frühern Figuren.

Im Schmelz Knickungen der Schmelzprismen.

Fig. 6 Taf. XXI. Mittlere Partie eines Pferde-Backzahnes $^{10}/_1$, die Details der Dentine sind bei $^{60}/_1$ hineingezeichnet. Querschnitt der Krone.

Die Röhren im Centrum der Dentine ziehen wie bei Elephas ziemlich gerade zur Peripherie, die zunächstliegenden setzen sich in grossen Bogen in die zungenförmigen Auswüchse fort; die übrigen erreichen unter starken aber kurzen Curven den Rand des gebänderten Schmelzes.

k kleine Knickungen, ausserordentlich zahlreich. Bei dem Gegensatz in der Vergrösserung des Zahnes $^{10}/_1$ und der des Details konnte nur ein Theil dieser Linien Platz finden.

K wie oben.

Die Linien im Schmelz wiederholen im Verlauf den Contour der Dentine.

Fig. 7 Taf. XXI. Stosszahn von Sus scrofa, Querschnitt $^{17}/_1$ Vergrösserung. Die Details der Dentine sind bei $^{60}/_1$ aufgenommen.

Die Curven leicht erkennbar an den seitwärts strebenden Zahnröhren.

i, *k* wie oben.

An dem dreikantigen Stosszahn sind 2 Flächen mit Schmelz, die dritte mit Cement überzogen; links oben ist eine jener Stellen abgebildet, wo sich diese beiden Substanzen berühren. Beide Substanzen zeigen Linien.

Fig. 8 Taf. XIX.

a- Sagittalschnitt eines Zahnes. An den Röhren ist nur der Verlauf der Curven berücksichtigt.

Sie liegen in vielen Zähnen in der sagittalen Ebene, wie beim Menschen, dem Flusspferd etc.

b- Transversalschnitt eines Zahnes; die Curven liegen in der transversalen Ebene. — Backzahn des Elephanten, des Pferdes, Rindes etc.

Fig. 9 Taf. XX. Thon durch die centrale Oeffnung eines Gefässes in einen Kautschuk-Beutel gepresst.

1. unterste Schicht.

Fig. 10 Taf. XX. Schematische Figur des Wachsthumes der Dentine. Idealer Sagittalschnitt. Die erste auf der Papille entstandene Kappe von Dentine ist wie alle folgenden dick in der Mitte, dünn an den Rändern, ähnlich dem aus einer centralen Oeffnung ausfliessenden Thoncylinder. Und diese Art der Zunahme bleibt sich gleich auch bei der Entstehung des Schmelzes. Der stufenweise Ausbau Fig. 10* verursacht die Querbinden der Zähne.

Fig. 11 Taf. XXI. Menschlicher Schneidezahn, 4 mal vergrössert mit Querbinden unter denen manche tiefer sind.

Fig. 12 Taf. XXI. Eckzahn und I. Praemolar von einem Orang-Utang mit starken Querbinden, in deren Verlauf einzelne Vertiefungen, Gruben vorkommen.

Fig. 13 Taf. XIX. Der im Kieferkanal befestigte Theil eines Stosszahnes von Sus scrofa. Die Querbinden springen so stark über die Ebene vor, dass der Zahn wie gerippt erscheint.

Fig. 14 Taf. XXI. Medianschnitt durch die Krone eines menschlichen Backzahnes. Schmelzschicht 50 mal vergrössert, der Verlauf der Prismen halbschematisch bei einer Vergrösserung von 120 hineingezeichnet, die Knickungen der Schmelzprismen sind in Natur viel zahlreicher. Es ist ferner zu bemerken, dass nur die eine Schicht der Prismen berücksichtigt wurde, welche durch den Schnitt blosgelegt ist. — Der Verlauf der dahinter liegenden blieb unberücksichtigt. Der senkrecht in die Schmelzschicht eingesetzte und nach unten verengte Kanal ist eine im Centrum der Mahlfläche befindliche Cisterne. Ihr Ursprung datirt aus der Entwicklungsperiode. Diejenigen Prismen, welche sich zwischen der Spitze der Cisterne und der Dentine befinden, sind in ihrem regelmässigen Verlauf bedeutend gestört.

In der Dentine dieses Backzahnes findet sich dicht unter dem Schmelz ein Lager von Zahnbeinkugeln.

Fig. 15 Taf. XXI. Cementschicht des Stosszahnes vom Elephanten. Schnitt senkrecht zur Achse, auf dem der Kantenquerschnitt bemerkbar ist. Vergrösserung der Umrisse $^{10}/_{1}$ der Details $^{60}/_{1}$.

C Cementschicht getrennt von

D der substantia eburnea durch einen hellen Streifen.

Das Cement ist gebändert, die hellen Bänder *Cl* wiederholen die uhrglasförmigen Erhebungen der Zahnbeinoberfläche, doch so, dass die entfernteren Bänder dieselben etwas vergrössert wiedergeben. Die hellen Bänder enthalten weniger Knochenkörperchen als die unmittelbar folgenden Schichten.

Die ganze Dicke des Cementringes ist durchzogen von Röhren von $^{1}/_{600}$ Mm. Sie verlaufen nicht gerade, sondern beschreiben kleine Bogen, deren gleichmässige Wiederholung innerhalb der einzelnen Abtheilungen des Cementes ähnliche Wellen oder Linien bedingt, wie bei den Zahnröhren.

Fig. 16 Taf. XXI. *C* Cementschicht eines Stosszahnes von Sus babirussa; Schnitt senkrecht zur Achse $^{40}/_{1}$ vergr., die Details bei $^{120}/_{1}$ eingetragen.

Cl Helle Bänder in der Cementschicht wie bei Elephas. Betrachtet man in toto den Verlauf dieser $^{1}/_{250}$ Mm. starken Cementröhren und der Ausläufer der Knochenkörperchen, so lassen sich leicht wiederholte Biegungen constatiren wie beim Elephanten. Gegen den Rand bei *C* hat der Balsam die Luft der Röhren und Knochenkörperchen etwas verdrängt.

Fig. 17 Taf. XXI. Längsschnitt durch eine Wurzelzacke des menschlichen Backzahnes.

Cl Cementlinien, entstanden durch Häufung der Knochenkörperchen innerhalb bestimmter zur Dentine paralleler Flächen.

D Dentine.

Die Grenze zwischen Zahnbein und Cement wie bei Elephas, Sus babirussa, Hippopotamus u. a. ein heller das Licht stark brechender Streifen.

Giebt es Holomyarier?

Von

O. Bütschli.

Mit Tafel XXII.

Es ist bekannt, dass gegen die Schneider'sche Eintheilung der Nematoden nach der von ihm zuerst näher erforschten Beschaffenheit der Muskulatur in neuester Zeit einige Zweifel laut geworden sind. Von zwei Seiten wurde fast gleichzeitig die Existenz der sogen. Holomyarier angegriffen. Einmal konnte sich Leuckart[1]) in Betreff der Muskulatur der Trichocephalen mit Schneider nicht ganz einverstanden erklären, und andererseits suchte Grenacher[2]) in seiner Arbeit über Gordius die Existenz echter Muskelzellen bei dieser Gattung nachzuweisen, und dürfte es einem vorurtheilsfreien Leser kaum zweifelhaft sein, dass ihm dieser Beweis gelungen ist. Namentlich der Nachtrag zu der Hauptarbeit[3]), in welchem er die isolirte Muskelzelle beschreibt, dürfte überzeugend wirken. Immerhin blieben noch einige Zweifel, indem sich Schneider[4]) nach Erscheinen der ersten Grenacher'chen Arbeit nochmals sehr bestimmt gegen die Existenz wahrer Muskelzellen bei Gordius aussprach.

Der Schreiber dieser Zeilen hatte schon vor einiger Zeit Gelegenheit, sich über die Muskulatur eines der vermeintlichen Holomyarier auszusprechen[5]), er fand bei Trichosomum crassicanda deutliche Muskel-

---

1) Leuckart, Die menschlichen Parasiten, Bd. II, S. 471.

2) Grenacher, Zur Anatomie der Gattung Gordius. diese Ztschr. Bd. 18, S. 322.

3) Grenacher, Ueber die Muskelelemente von Gordius, d. Zeitschrift Bd. 19, S. 287.

4) Schneider, Noch ein Wort über die Muskulatur der Nematoden, d. Zeitschrift Bd. 19, S. 284.

5) Untersuchungen über einige Parasiten, Archiv f. Naturgeschichte 1872.

zellen; neuerdings an Trichosomum Plica angestellte Untersuchungen, haben auch für diese Art das Vorhandensein von Muskelzellen constatiren lassen. Uebrigens lässt auch schon Eberth[1]) die Muskulatur der Trichosomen aus Spindelzellen bestehen und hat er hierin vollkommen recht.

Eine Anzahl Gordien, die ich diesen Sommer zufällig auffand, gaben die Veranlassung, die Anatomie dieser Gattung im Allgemeinen, und auch die Frage nach der Beschaffenheit der Muskulatur im Besonderen einer nochmaligen Betrachtung zu unterziehen. Naturgemäss mussten auch die übrigen von Schneider zu der Gruppe der Holomyarier gestellten Gattungen in den Kreis der Untersuchung hineingezogen werden, deren Resultat dann schliesslich war, dass ich bei allen genauer beobachteten Holomyariern deutliche Muskelzellen sah.

Beginnen wir unseren Ueberblick mit der Gattung Gordius, und verschaffen wir uns zuerst ein Bild der einzelnen Muskelzellen dieses Wurmes. Wie schon Grenacher fand, gelingt die Isolation der einzelnen Zellen hier sehr leicht mittelst Kalilauge; ein 1—2stündiges Liegen in 35% Kalilauge ist hinreichend. Die von mir gesehenen Muskelzellen sind etwas anders gestaltet als dies Grenacher beschreibt, jedoch kann dieser Unterschied leicht nur darauf beruhen, dass wir an verschiedenen Abschnitten des langgestreckten Gordiusleibes untersuchten. Die von Grenacher isolirten Muskelzellen waren nämlich viel langgestreckter als die meinen, welche sich vor allen übrigen Nematodenmuskeln durch ihre Kürze auszeichneten (Fig. 2 u. 4). Es sind dünne Platten, deren Längsachse parallel der Körperlängsachse gestellt ist und welche senkrecht auf der Hypodermis aufgesetzt sind. Ihre Gestalt nähert sich meist der eines sogen. Dreimaster-Huts. In ihrer natürlichen Lage wäre die untere Seite des Dreimasters nach aussen gerichtet, seine convex geschwungene obere Seite nach innen. Nach der Beschreibung, die wir bis jetzt von diesen Zellen geliefert haben, wäre der Schneider'sche Einwand, dass dieselben nur Platten sogen. fibrillärer Substanz seien, immerhin noch möglich. Wenn wir jedoch in den feineren Bau dieser Platten einen Einblick thun, dann schwindet jeder Zweifel, dass wir dieselben nur als Homologa der Muskelzellen der Coelomyarier betrachten können. Schon Grenacher hat nachgewiesen, dass diese Platten hohl seien oder vielmehr, dass die längsgestreifte, stark lichtbrechende contractile Substanz nur die Aussenpartien derselben bilde, ihr Inneres dagegen wie beim Coelomyarier-Muskel von einer Marksubstanz ausgefüllt werde. Der so eben geschilderte Bau lässt sich nun auf Querschnitten, besonders schön jedoch dann sehen, wenn eine der isolirten Muskelzellen zufällig umgeknickt ist (Fig. 3). Dann sieht man deutlich den Schlauch der contractilen Substanz mit seiner Querstreifung und die helle, fast durchweg körnerfreie Marksubstanz in seinem Innern. Die Dicke der contractilen Substanz ist an der nach Aussen gerichteten Seite der Muskelzelle am beträchtlichsten und nimmt sehr allmälig nach Innen zu ab. An der am weitesten nach Innen vorragenden Stelle der Muskelzelle ist die Marksubstanz gewöhnlich etwas feinkörnig und es könnte möglicherweise hier der Schlauch der contractilen Substanz nicht vollständig geschlossen sein, wie dies ja bei den Muskelzellen der Coelomyarier gewöhnlich der Fall ist. Dass auch hier die contractile Substanz, wie bei den Nematoden überhaupt, längsgestreift ist, ist bekannt, und liefert diese Längsstreifung einen neuen Beweis für die hohle Beschaffenheit der Muskelzellen. Man sieht nämlich an einzelnen derselben deutlich zwei sich unter einem sehr geringen Winkel kreuzende Systeme derartiger Streifen, welche Erscheinung nur daher rührt, dass die Streifungen der beiden Schlauchwandungen nicht genau in ihrer Lage übereinstimmen.

---

[1]) Eberth, Untersuchungen über Nematoden.

Kerne habe auch ich in den Muskelzellen nie gesehen und scheint es, dass dieselben den Muskelzellen der sog. Holomyarier, wenigstens im reifen Zustand, überhaupt fehlen.

Einige Worte nun noch über die gegenseitige Lagerung der Muskelzellen. Bei der Isolation durch Kali erhält man meist ganze Bündel derselben noch in Zusammenhang und sieht an diesen deutlichst, dass die einzelnen Zellen dachziegelartig nebeneinander gestellt sind (Fig. 2), da wo jedoch die Muskelschicht am Vorderende des Wurmes überhaupt ihren Anfang nimmt, zeigt sich eine Eigenthümlichkeit ihrer Lagerung, die wir sogleich besprechen werden.

Die Muskelschicht des Gordius lässt sich nämlich nicht vollständig bis in das Kopfende hinein verfolgen, sondern sie hört schon eine kleine Strecke vor dem Kopfende auf, und man findet auf Querschnitten nur die deutlich zellige Hypodermis (Fig. 4 *hpd*). Ungefähr im 3. oder 4. Schnitte begannen sich zwischen dieser Hypodermis und dem sog. perenterischen Gewebe, das bei Gordius bekanntlich die gesammte Leibeshöhle ausfüllt, die Muskelzellen einzustellen. Sie erscheinen auf dem Querschnitt rundlich oder stumpfeckig, und liegen in doppelter, ja hier und da dreifacher Schicht übereinander (Fig. 4 u. 6). Hier verschwindet nun jeder Gedanke an Platten fibrillärer Substanz. Beim weiteren Rückwärtsschreiten wird der Querschnitt der einzelnen Zellen allmälig höher und es schieben sich dieselben mehr und mehr zwischen einander, so dass das Bild von übereinander gelagerten Schichten bald verschwindet, und an dessen Stelle die von GRENACHER schon gezeichneten Bilder von sich auskeilenden Muskelzellen treten (Fig. 5).

Es dürfte nicht ohne Interesse sein, bei Gelegenheit der Besprechung der Muskulatur von Gordius mit wenigen Worten auch der Hypodermis und des sogen. perenterischen Zellgewebes dieser Würmer zu gedenken. Die erstere, die subcutane Schicht GRENACHER's, MEISSNER's Perymisium finde ich wie letztgenannter Forscher deutlich zellig.

Die Zellen sind namentlich im Vorderende recht hoch, so dass die ganze Schicht einem Cylinderepithel ähnlich sieht. Ihre kleinen Kerne sind deutlich. Unter dem Bauchstrang ist diese Schicht etwas verdickt. — Das perenterische Gewebe, von SCHNEIDER sonderbarer Weise als Marksubstanz der Muskulatur aufgefasst, sah ich nur in der zweiten von GRENACHER erwähnten Form, bei welcher nämlich die Zellen durch reichliche Intercellularsubstanz von einander geschieden sind (Fig. 4). GRENACHER vergleicht dasselbe nicht unpassend mit hyalinem Knorpel. Es ward mir höchst wahrscheinlich, dass die Zwischensubstanz dieses Gewebes, über deren Natur ich leider mich nicht belehrt habe, sich zwischen die einzelnen Muskelzellen hinein erstreckt und dieselben sowohl miteinander verbindet als von einander scheidet.

Es steht übrigens dieses Gewebe, das bei Gordius eine so hohe Entwicklung erreicht, dass von einer Leibeshöhle keine Rede mehr sein kann, unter den Nematoden nicht so vereinzelt da, wie GRENACHER meint. Bekanntlich wies LEUCKART[1] auf Bindegewebe in der Leibeshöhle der Nematoden schon mehrfach hin, und giebt auch schon an, dass dieses von ihm für chitinartig gehaltene Gewebe sich trennend zwischen die Muskelzellen erstrecke. Nur darin täuschte sich LEUCKART, wenn er dieses Gewebe für kernlos hält. Die immer noch nicht befriedigend gelöste Frage nach dem Nervensystem unserer Thiere, veranlasste mich in letzterer Zeit eine grössere Anzahl Querschnitte von Ascariden herzustellen und was mich bei deren Untersuchung ganz besonders überraschte, war das Vorhandensein eines ganz exquisit entwickelten Bindegewebes von meist fibrillärer Beschaffenheit. Dasselbe spannt sich z. B. nicht nur sehr reichlich zwischen dem Oesophagus und den Leibeswänden aus, diese Organe innigst verbindend, sondern Züge desselben dringen auch zwischen die einzelnen Muskelzellen ein und scheiden dieselben von einander. Die Anwesenheit zahlreicher Kerne in diesem Gewebe lässt sich an manchen Stellen leicht nachweisen.

Die genauere Darstellung dieser Verhältnisse und eine Anzahl ebenfalls sehr interessanter, die feinere Anatomie der Nematoden betreffender Beobachtungen, muss ich auf eine spätere Zeit verschieben.

---

1) LEUCKART, l. c. S. 38.

Das perenterische Gewebe des Gordius kann nur als das Homologon des erwähnten Bindegewebes der Nematoden aufgefasst werden, und es bedarf nur einer verhältnissmässig gar nicht so sehr bedeutenden Vermehrung dieses Gewebes mancher Nematoden, damit die bei Gordius vorliegenden Verhältnisse erreicht werden.

Sehen wir uns nun unter den übrigen Holomyariern um, so ist zunächst Mermis[1]) in Betracht zu ziehen. Bei Mermis nigrescens gelingt es auch leicht die Muskelzellen zu isoliren, die in ihrer Gestalt den langgestreckten Fasern der Coelomyarier viel ähnlicher sehen, als die von Gordius (Fig. 9). Sie sind sehr langgestreckt, fein, spitz auslaufend, auf der inneren Seite mit einer Markmasse ausgestattet, von welcher man häufig noch den Fortsatz entspringen sieht. Trotz der Abwesenheit des Kernes dürfte nach der sonstigen Uebereinstimmung mit den Muskelzellen der Coelomyarier kein Zweifel obwalten, dass hier wahre Muskelzellen vorliegen. Querschnitte bestätigen dies vollkommen. Auch bei Mermis findet man kernhaltige verästelte Bindegewebszellen in der Leibeshöhle.

Von einer weiteren Gattung der sogen. Holomyarier, nämlich Trichocephalus hat, wie eben erwähnt, schon Leuckart die Existenz der Muskelzellen behauptet. Ich habe dieselben bei Trichocephalus dispar ohne Schwierigkeit isolirt (Fig. 8). Sie stellen sich als sehr langgestreckte Fasern dar, an deren Innenseite hier und da, bald mehr, bald weniger Marksubstanz anklebt und sich auch Fortsätze wahrnehmen lassen.

An Präparaten von Muskeltrichinen, die Herr Flögel in Kiel die Güte hatte mir zu zeigen, kann man sich auf das allerunzweifelhafteste von der Gegenwart spindelförmiger, verhältnissmässig nicht gar langer Muskelzellen überzeugen. Herr Flögel hat in denselben auch zuweilen noch den Kern beobachtet.

Aus der Gattung Pseudalius unterwarf ich Pseudalius inflexus einer näheren Untersuchung. Hier sprechen die Querschnitte wiederum entschieden für die Existenz echter Coelomyarier-Muskeln. Um sich jedoch mit

---

[1]) Die Anatomie der Gattung Mermis bedarf, wie ich mich durch Anfertigung von Querschnitten und Herstellung einer Anzahl anderweitiger Präparate bei Mermis nigrescens überzeugt habe, noch sehr der Aufklärung. Namentlich hat mich die Untersuchung des eigenthümlichen Organs, das Meissner als Centralnervensystem beschrieb und Schneider als Bulbus oesophagi deutete, ganz und gar nicht von der Richtigkeit der Schneider'schen Ansicht überzeugt, ja mir die ursprüngliche Deutung Meissner's nicht ungerechtfertigt erscheinen lassen. Da ich in nächster Zeit das Nervensystem der Nematoden eingehender zu studiren gedenke, so verzichte ich zunächst auf die genauere Darstellung meiner hierher gehörigen Beobachtungen.

Sicherheit von der Gegenwart isolirter Muskelzellen zu überzeugen, bedarf es sehr guter, dünner Schnitte. Dann sieht man nämlich, dass die vermeintlichen quergestreiften Fibrillen der sog. holomyarischen Muskelmasse durch eine zarte helle Linie, die ihre Mitte meist etwas geschlängelt durchzieht, in zwei Längshälften getheilt werden, d. h. jede dieser vermeintlichen Fibrillen setzt sich aus den sich dicht aneinander schmiegenden Platten contractiler Substanz zweier benachbarter Muskelzellen zusammen (s. d. Fig. 10). Nach Innen ist der fibrillären Schicht eine fasrig-körnige von nicht sehr beträchtlicher Dicke aufgelagert, die sich aus den dicht zusammengedrängten Markblasen der einzelnen Muskelzellen zusammensetzt. Häufig lässt sich auch diese Markschicht noch deutlich in die zu den einzelnen Muskelzellen gehörigen Abschnitte zerlegen, während an andern Stellen durch die starke Zusammenpressung die Grenzen nicht deutlich sind. Von dieser Markschicht entspringen die zahlreichen Muskelfortsätze, die sich in ihrem Verlauf zu den Längslinien deutlich verfolgen lassen und deren Zugehörigkeit zu bestimmten Muskelzellen sich nicht selten noch deutlich nachweisen lässt. Hier und da lässt sich in der Marksubstanz noch ein Kern auffinden.

Innerlich von den Muskelfortsätzen sieht man auf Querschnitten noch körnige, gelbliche bandartige Züge, die hier und da mehr anschwellen und sich mit den Seitenlinien in directe Verbindung setzen. Die Bedeutung dieser Bildungen wurde mir nicht recht klar, da deutliche Anzeigen dafür sprechen, dass dieselben nicht etwa mit den Muskelfortsätzen identisch sind. Bei der Isolation der Muskelzellen durch Kali nämlich fallen einem grosse, gelblich körnige zellenartige Gebilde auf, die in eine Anzahl Fortsätze auslaufen, in ihrem centralen Theil gewöhnlich einen Kern enthalten und sich gewissermassen zu einem netzförmigen Gewebe aneinander legen (s. Fig. 11). Diese Ergebnisse der Isolation durch Kali sprechen auch dafür, dass diese zellenartigen Gebilde nicht mit den Muskelfortsätzen in directem Zusammenhang stehen; es scheint demnach dass sie eine besondere Schicht innerhalb der Muskulatur bilden, die sich mit den Seitenlinien in Verbindung setzt.

Die isolirte Muskelzelle des Pseudalius inflexus (Fig. 7) ist langgestreckt spindelförmig; die reichliche Entwicklung der Marksubstanz lässt sich an ihr deutlich wahrnehmen und letztere springt in mannigfachen Fortsätzen und Unregelmässigkeiten ins Innere vor.

Anguillula tritici (nach der Bastian'schen Terminologie Tyleuchus tritici) stellt Schneider gleichfalls zu den Holomyariern; ich habe diese Species selbst nicht gesehen, jedoch eine bedeutende Zahl anderer desselben Geschlechtes und mich über dieselben in meinen »Beiträgen zur Kenntniss der freilebenden Nematoden« eingehender verbreitet. Wenn mir auch der Nachweis, dass diese Thiere Polymyarier sind, nicht in befriedigender Weise gelang, so ist dies dennoch das wahrscheinlichste.

Nach den im Obigen aufgezählten Befunden scheint es nun keinem Zweifel mehr zu unterliegen, dass die Abtheilung der Holomyarier nicht mehr beibehalten werden kann und dass die ihr zugetheilten Gattungen eine anderweitige Stellung im System erhalten müssen. In welcher Weise dies nun zu bewerkstelligen ist, muss dahin gestellt bleiben, bis erst wahre natürliche Abtheilungen in der grossen Anzahl der Nematodengattungen geschaffen sind.

Kiel im October 1872.

Erklärung der Abbildungen Taf. XXII.

Fig. 1. Querschnitt der Bauchgegend von Gordius aquaticus, in geringer Entfernung hinter der Kopfspitze. *i* Darm, *bst* Bauchstrang, *m* Muskulatur, *hpd* die zellige Hypodermis, *c* die Cuticula.

Fig. 2 u. 4. Durch Kalilauge isolirte Muskelzellen des Gordius in seitlicher Ansicht.

Fig. 3. Eine umgeknickte isolirte Muskelzelle, die an der Beugungsstelle deutlich die Zusammensetzung aus contractiler und Marksubstanz wahrnehmen lässt.

Fig. 5. Eine Anzahl Muskelzellen von Gordius in ihrer natürlichen Lagerung im Querschnitt; dieser Querschnitt ist einer der auf 1 und 6 nächstfolgenden.

Fig. 6. Querschnitt durch die Bauchgegend von Gordius, von einem der auf Fig. 1 folgenden Schnitte genommen, um die Anordnung der Muskelzellen und die eigenthümliche Structur des Bauchstrangs zu versinnlichen.

Fig. 7. Eine isolirte Muskelzelle von Pseudalius inflexus.

Fig. 8. Eine isolirte Muskelzelle von Trichocephalus dispar.

Fig. 9. Eine isolirte Muskelzelle von Mermis nigrescens, nicht ganz vollständig gezeichnet.

Fig. 10. Querschnitt durch die Bauchgegend von Pseudalius inflexus. *bl* Bauchlinie, *m* Muskelzellen, *f* deren Fortsätze, *c* Cuticula, *hpd* Hypodermis.

Fig. 11. Eigenthümliche, zellenartige körnige Körper, die man bei der Isolation der Muskelzellen des Pseudalius inflexus durch Kali erhält und die mit den Muskelfortsätzen nicht identisch zu sein scheinen.

Zur Entwicklungsgeschichte der Sagitta.

Von

O. Bütschli.

Mit Tafel XXIII.

Kowalewski hat uns in seinen »Embryologischen Studien an Würmern und Arthropoden[1]), mit der so interessanten Entwicklungsgeschichte der Sagitta vertraut gemacht. Die Trefflichkeit dieser Untersuchungen sind hinlänglich bekannt, und es bleiben daher für einen späteren Forscher nur untergeordnete Puncte zu einer eingehenderen Betrachtung übrig. Einen derartigen Punct werde ich in Nachfolgendem zu besprechen versuchen.

Während eines Aufenthaltes zu Arendal an der Südküste von Norwegen hatte ich Gelegenheit die Entwicklung der Sagitteneier zu studieren, die sich dort stets massenhaft in Gesellschaft reifer Thiere im Auftrieb finden.

Es gelang leicht die Kowalewski'schen Befunde zu bestätigen und eine Frage zu lösen, die jener Forscher noch offen gelassen hat, nämlich die nach der Abstammung der Geschlechtsorgane.

Das Bemerkenswertheste hierbei ist, dass sich die Zellen, aus welchen späterhin die Geschlechtsorgane hervorgehen, schon sehr frühe von den übrigen unterscheiden lassen, eine Erscheinung die jedoch nicht so vereinzelt dasteht, als man vielleicht denken möchte, denn bei einer Anzahl von Insecten sind bekanntlich die sich sehr früh isolirenden Polzellen die Anlagen der Geschlechtsorgane.

Betrachten wir uns zuerst das Thatsächliche des Vorgangs. Bekanntlich stülpt sich das einschichtige Blastoderm des Sagitteneies sehr bald ein, so dass die Furchungshöhle bald völlig verschwindet und der Embryo die Gestalt einer hohlen Kugel besitzt, deren Wände aus 2 Zellschichten bestehen (Fig. 1). Man sieht nun bald in der Nähe des Poles dieser Hohlkugel, jedoch nicht direct im Pol, einige Zellen der innern Schicht etwas vorspringen, so dass diese Gruppe von ungefähr 6 Zellen sich in der Flächenansicht als ein unregelmässig umschriebener Körper producirt (Fig. 1 *g*).

---

[1]) Mémoires de l'Academie de St. Petersbourg T. XVI No. 12.

Die allgemeinen Veränderungen des Embryo für die nächste Zeit bestehen nun hauptsächlich darin, dass die ursprünglich weite Einstülpungsöffnung sich mehr und mehr verengt. Die oben erwähnten Zellen der innern Schicht des Embryo drängen sich dabei mehr und mehr vor, so dass auf einem etwas weiter entwickelten Stadium nun etwas unterhalb des obern Poles des Embryo bei seitlicher Ansicht ein halbkugliger Vorsprung in die Einstülpungshöhle hineinragt (Fig. 2 und 3). Manchmal schien es mir, als wenn zwei derartige, dicht neben einanderliegende Hügel beständen, die Anlage demnach ursprünglich eine symmetrisch paarige sei, jedoch konnte ich darüber keine Gewissheit erlangen. Fernerhin wurde es mir nicht recht klar, ob dieser Hügel sich als eine Einstülpung der innern Schicht in die Höhle des Embryo auffassen lasse. Es schien manchmal wirklich so zu sein (Fig. 3), andere Male schien nur eine Verdickung an dieser Stelle vorhanden.

Es beginnt nun in der innern Zellschicht des Embryo jener eigenthümliche Wachsthumsprocess, den KOWALEWSKI so trefflich beschreibt und der zur Bildung des Drüsen-, Darmfaser- und des sogen. Haut-Blatts hinführt. Schon bei Beginn dieses Processes hat sich die oben beschriebene Verdickung der innern Zellschicht von dieser letzteren, aus der sie hervorging, losgelöst, und liegt nun als ein aus einer Anzahl Zellen bestehender rundlicher Körper im obern Pol der Einstülpungshöhle des Embryo (Fig. 4 *g*). Dieser Körper nun, den KOWALEWSKI nicht beschreibt, ist die Anlage der Geschlechtsorgane der zukünftigen Sagitta. Auf der Figur 4 sehen wir den beginnenden Faltungsprocess der innern Zellschicht, mit dem Fortschreiten dieses Vorgangs wird der Zellkörper *g* von der sich entwickelnden Darmfalte mehr und mehr nach der Mitte des Embryo hingeschoben.

In der Figur 5 schliesslich ist die Faltung der innern Zellschicht ziemlich vollendet, die spätere Mundöffnung *o* ist schon durchgebrochen und die ursprüngliche Einstülpungsöffnung hat sich fast geschlossen. Die Anlage der Geschlechtsorgane liegt nahe an der Umbiegungsstelle des Darmdrüsen- in das Darmfaser-Blatt.

Kurze Zeit hierauf beginnt dann auch die einfache Geschlechtsanlage sich weiter zu entwickeln. Ich habe den jetzt zu beschreibenden Vorgang an demselben Ei beobachtet, das in Fig. 5 abgebildet ist, was der Beobachtung jedenfalls einen höhern Werth verleiht. Nach ungefähr 2—3 Stunden hatte sich nämlich die ursprünglich einfache Geschlechtsanlage in der Querdimension des Embryo zu einem längeren Strang ausgezogen, der durch zwei tiefe und eine seichtere Einschnürung in 4 ungefähr eiförmige Partien getheilt war (Fig. 6). Jede dieser 4 Partien ist nun die Anlage eines späteren Geschlechtsorganes, die beiden aussenliegenden geben späterhin die Eierstöcke, die innenliegenden die Hoden.

Es kann darüber kein Zweifel herrschen, wenn wir uns die Anlagen der Geschlechtsorgane auf einem etwas späteren Stadium betrachten, wo sie mit den von Kowalewski bei der jungen Sagitta abgebildeten schon vollständig übereinstimmen. Die Fig. 7 führt uns ein derartiges Stadium vor. Man sieht in der Bauch- oder Rückenansicht des Embryo jederseits neben dem hintern Ende des Darmes zwei rundliche Zellenkörper dicht hintereinander liegen. Ganz ebenso stellt Kowalewski (Fig. 16 *T. II g* u. *g'*) die Geschlechtsorgane einer sehr jungen Sagitta noch dar, nur muss ich ihm widersprechen, wenn er diese Anlagen für einzellig erklärt; ich glaube jede derselben aus einer Anzahl von Zellen zusammengesetzt gesehen zu haben.

Nachdem die ursprünglich einfache Anlage in die 4 Einzelanlagen der späteren Ovarien und Hoden zerfallen ist, bleiben diese letzteren während des ganzen ferneren embryonalen und wohl auch noch während der ersten Zeit des freien Lebens auf der ursprünglichen Entwicklungsstufe stehen und ihre weitere Entwicklung beginnt wohl mit einer bedeutenden Vermehrung der ursprünglich in sehr geringer Zahl vorhandenen Keimzellen der Geschlechtsproducte. Die Ausbildung dieser letzteren habe ich nicht näher verfolgt.

Wie aus dieser Schilderung hervorgeht, liefert die innere Schicht des ursprünglich zweischichtigen Embryos die Keimzellen der Generationsorgane. Es ist dies die Schicht, aus welcher sämmtliche innere Organe mit Ausnahme des Nervensystems hervorgehen. Sie repräsentirt demnach in ihrer Gesammtheit ursprünglich die beiden inneren Blätter der Wirbelthiere und Insecten und da die Absonderung der Keimzellen der Geschlechtsorgane noch vor der Trennung dieser Schicht in ein besonderes Darm- und Mittel-Blatt stattfindet, so ist auch keine nähere Beziehung eines dieser secundären Blätter zu den Geschlechtsorganen festzustellen. Die Polzellen der Insecten stammen nach den Untersuchungen Weismann's und Meznikoff's von dem ursprünglich noch einschichtigen Blastoderm her. Man könnte daher hier vielleicht an eine Abstammung der Geschlechtsorgane von dem epidermoidalen Blatt denken, jedoch wäre ein derartiger Gedankengang entschieden irrig, indem in dem ursprünglich einschichtigen Blastoderm der Insecten ja die drei späteren Blätter gewissermassen in der Anlage vorhanden sind, indem das mittlere Blatt aus dem einschichtigen Blastoderm hervorwächst, wie ich zuerst bei der Biene nachwies und Kowalewski in weiterer Ausdehnung fand und ferner nach den Beobachtungen dieses Forschers das Darmdrüsenblatt aus dem mittleren Blatt hervorgeht.

Schliesslich möchte ich noch einer Eigenthümlichkeit des Baues der Sagittaembryonen gedenken, die Kowalewski nicht beschrieben hat, und die, wie mir scheint, mit einer Besonderheit in dem anatomischen Bau des ausgebildeten Wurmes zusammenhängt.

Embryonen von der Gestalt, wie sie Kowalewski in Fig. 10 T. *I* abbildet, besitzen nach meinen Beobachtungen schon eine höhere Organisation, als sie in der erwähnten Abbildung und in der Beschreibung angedeutet wird. Einmal sieht man schon eine deutliche Grenze zwischen Oesophagus und Darm (siehe Fig. 7), eine Erscheinung, die mir den Gedanken nahe legte, dass der Oesophagus auch hier als eine Einstülpung des epidermoidalen Blatts zu betrachten sei, wenn ich auch vorerst auf den Beweis verzichten muss. Fernerhin hat in der Ausdehnung des Oesophagus, also in dem späteren Kopf ein eigenthümlicher Process stattgefunden. In dieser Gegend haben nämlich ursprünglich das Darmfaser- und das sogen. Hautblatt zusammengehangen, indem sie einfach in einander überbogen. Wenn der Embryo sich jedoch nach dem Durchbruch des Mundes zu verlängern beginnt, falten sich das Darmfaser- und das Hautblatt in der Gegend des hintern Oesophagusendes ein und es führt diese Einfaltung schliesslich zur Abschnürung zweier allseitig geschlossner Zellenblasen, je eine rechts und links vom Oesophagus (Fig. 7 und 8 *x*). Hinter denselben sieht man die beiden mehrfach erwähnten Blätter bogenförmig in einander übergehen. Die Blasen *x* können nun nur zur Bildung der Kopfmusculatur dienen. Die bogenförmige Uebergangsstelle des Haut- in das Darmfaserblatt auf der Höhe der Oeffnung des Oesophagus in den Darm scheint auch in der ausgebildeten Sagitta noch vorhanden. Man sieht nämlich bei derselben an dieser Stelle ein zartes, wie es scheint aus Zellen bestehendes Häutchen von den Leibeswänden quer nach dem Hinterende des Oesophagus sich ausspannen und eine Art Septum bilden, welches den Kopf von dem Rumpf scheidet. Pagenstecher und Leuckart[1]) erwähnen dieses Dissepiment's auf der Grenze zwischen Kopf und Rumpf der Sagitta schon. Dass wir im Embryo (Fig. 7) schon die Anlage dieses Häutchens sehen, dürfte kaum zweifelhaft erscheinen. Schliesslich sei noch bemerkt, dass sich über den Blasen *x* in Fig. 8 die Seiten des Kopfes ziemlich aufgewulstet haben, welche Wülste noch eine ziemliche Strecke weit auf der Vorderhälfte des Bauchs und Rückens zu verfolgen sind. In demselben Embryo ist das sensorielle Blatt auf der Bauchseite schon deutlich in die Epidermis und die Anlage des grossen Bauchganglions (*G*) zerfallen.

---

[1]) Untersuch. über niedere Seethiere. Archiv f. A. und Ph. 1858. p. 558.

Kiel im October 1872.

Bedeutung der Buchstaben an den Figuren.

g	Anlage der Geschlechtsorgane
sb	sensorielles Blatt
ub	inneres Blatt
dd	Darmdrüsenblatt
df	Darmfaserblatt
hpl	Hautblatt
o	Mund
oeph	Oesophagus
n	ursprüngliche Einstülpungsöffnung
G	Bauchganglion
x	die beiden durch die Faltung des Darmfaser- und Hautblatts im späteren Kopf entstandenen Blasen.

Erklärung der Abbildungen Taf. XXIII.

Fig. 1. Sehr jugendlicher Embryo in der Ansicht von vorn im opt. Durchschnitt.
Fig. 2. Etwas weiter entwickelt, seitliche Ansicht im opt. Durchschnitt.
Fig. 3. Oberer Theil eines Embryo von der Entwicklungsstufe der Fig. 2, seitliche Ansicht im opt. Durchschnitt.
Fig. 4. Etwas weiter entwickelter Embryo, Beginn der Faltung der innern Schicht, Ansicht von vorn im opt. Durchschnitt.
Fig. 5 Embryo, bei welchem der Mund gerade durchgebrochen, Ansicht von vorn im opt. Durchschnitt.
Fig. 6. Die Anlage der Geschlechtsorgane des in Fig. 5 abgebildeten Embryo nach Verlauf einiger Stunden, Ansicht von vorn.
Fig. 7. Embryo noch fast ohne Krümmung, Ansicht von vorn, opt. Durchschnitt.
Fig. 8. Etwas älter als Fig. 7, seitliche Ansicht.

Beiträge zur mikroskopischen Anatomie über die Geschmacksorgane der Säugethiere.

(Aus dem physiolog. Institute zu Innsbruck.)

Von

Joh. Hönigschmied.

Mit Tafel XXIV.

Während die Erforschung der Endapparate aller übrigen Sinnesnerven ein Gegenstand eingehender, erfolgreicher Studien zahlreicher Histologen wurde und eine ziemlich reiche Literatur zu Stande brachte, blieb die feinere Structur der Zungenschleimhaut, besonders der Papillen, beim Menschen und den Säugethieren, bis vor wenigen Jahren ein nahezu unbearbeitetes Feld. Namentlich waren es die Fragen nach dem Verlauf und der Endigungsweise der Nerven in den Papillen, überhaupt nach den Endorganen der Geschmacksnerven, welche am längsten ihrer Lösung harrten.

Erst im Jahre 1867 erschienen sehr gediegene Arbeiten von Lovén[1] und Schwalbe[2], welche fast gleichzeitig und unabhängig von einander vorgenommen wurden, und in einer in ihren Resultaten übereinstimmenden Weise, uns die Endapparate der Geschmacksnerven zur Kenntniss brachten. Es gelang nämlich diesen beiden Forschern, in dem, die Papillae circumvallatae der Säugethierzunge überziehenden Epithel, eigenthümliche knospenartige Bildungen zu entdecken, von denen man ihrer innigen Beziehung zu den Endzweigen des N. glossopharyngeus annehmen musste, dass sie dazu dienen, Geschmacksempfindungen zu vermitteln.

---

[1] Beiträge zur Kenntniss vom Bau der Geschmackswärzchen der Zunge. M. Schultze's Archiv für mikrosk. Anatomie 1867 Bd. IV. pag. 96.

[2] Das Epithel der Papillae vallatae. Vorläufige Mittheilung. M. Schultze's Archiv für mikrosk. Anatomie 1867 Bd. III. pag. 504. — Ausführlich: Ueber die Geschmacksorgane der Säugethiere und des Menschen. Dasselbe Archiv 1867 Bd. IV. pag. 154.

Diese von **Schwalbe**, nach dem Vorschlage M. **Schultze's** als »Schmeckbecher«, von **Lovén**, als »Geschmacksknospen oder Geschmackszwiebeln« bezeichneten Organe[1]) sind nun bereits nachgewiesen: beim Menschen, dem Rind, Schaf, Reh, Hund, bei der Katze, dem Igel, Pferd, Schwein, Kaninchen, Hasen, Meerschweinchen, Eichhörnchen, der Ratte und Maus.

Meine über die Geschmacksnerven angestellten Untersuchungen, betreffen die Zunge vom Menschen, Rind, Schaf, Ziege, Reh, Gemse, Hund, Katze, Wiesel, Pferd, Schwein, Kaninchen, Hasen, Meerschweinchen, Eichhörnchen, Ratte, Wühlmaus, Hausmaus, Maulwurf und Fledermaus.

Es liegt keineswegs in meiner Absicht, eine erschöpfende Darstellung über die Geschmacksorgane der Säugethiere liefern zu wollen, sondern ich möchte meine gewonnenen Resultate blos insoweit anführen, als dieselben neu und unbekannt sind, oder von denen früherer Beobachter abweichen. Selbstverständlich kann ich es dabei doch nicht ganz vermeiden, zuweilen auch bereits Bekanntes zu berühren, da es mir sonst unmöglich wäre, meine Mittheilungen in einen Rahmen zu fassen. Von den drei, auf dem Zungenrücken des Menschen und der Säugethiere vorkommenden Arten von Wärzchen, kommen blos die Papillae circumvallatae und fungiformes, für die Frage nach den Geschmacksorganen in Betracht.

Die ersteren, welche stets nur den hinteren Theil des Zungenrückens einnehmen, finden sich daselbst in verschiedener Zahl und Anordnung. Am zahlreichsten sind sie bei den Wiederkäuern, wo sie in zwei ziemlich parallelen Längsreihen, in der Nähe des Seitenrandes der Zunge vorkommen. Ich zählte deren bei Schaf und Rind 14—15, bei der Ziege 12—13, bei der Gemse 10, beim Reh 7—8, auf jeder Seite. Auf der Zunge des neugeborenen Kindes fand ich 7 umwallte Papillen in der bekannten Anordnung. Hund und Katze besitzen 4—6, das Wiesel stets nur 4 solche Wärzchen, welche in zwei nach rückwärts convergirenden Reihen verlaufen; ausnahmsweise habe ich deren bei der Katze 7 beobachtet. Bei Pferd, Schwein, Kaninchen, Hase, Maulwurf und Fledermaus finden sich 2 Papillen am Zungengrunde; bei Ratte, Wühlmaus und Hausmaus nur eine, die ihren Platz auf der Medianlinie der Zunge einnimmt. Beim Eichhörnchen habe ich 3 umwallte Papillen gefunden; zwei davon haben ihren Sitz an derselben

---

[1]) Da diese Benennungen gleichbezeichnend sind, so werde ich dieselben abwechselnd gebrauchen.

Stelle wie beim Kaninchen, die dritte von v. Wyss[1]) übersehene, steht etwas weiter nach rückwärts, auf der Mittellinie der Zunge selbst, so dass sie mit den beiden ersteren ein gleichschenkliges Dreieck bildet. Dem Meerschweinchen fehlen auffallenderweise eigentliche umwallte Wärzchen gänzlich.

Nachdem die verschiedenen Formen und Grössenverhältnisse der Papillen, sowie deren Structur, schon von Anderen ausführlich geschildert worden sind, und unbedeutende Abweichungen, die ich beobachtet habe, wohl kein specielles Interesse gewähren, so will ich mich in eine Beschreibung derselben nicht einlassen.

Schwalbe giebt an, dass er in den tieferen Schichten des Epithels der Papillae vallatae und fungiformes beim Schaf, nicht selten verästelte Pigmentzellen gefunden habe, ganz übereinstimmend mit denen, wie sie nach M. Schultze[2]) in den oberen Bindegewebsschichten einer schwarz gefärbten Regio olfactoria sich vorfinden.

Ausser beim Schaf, habe ich aber auch Pigmentzellen in der von Schwalbe beschriebenen und abgebildeten Weise, im Epithel der umwallten und pilzförmigen Papillen der Gemse, in den Papillis vallatis beim Reh, sowie in den fungiformibus bei Ziege und Rind, nicht selten beobachtet. Da sie aber nicht allein in den Papillen, sondern auch im Epithel der Schleimhaut des Zungenrückens überhaupt gefunden werden, so scheint demnach ihr Vorkommen der Wiederkäuerzunge überhaupt eigen zu sein.

In dem Epithel welches den Seitenabhang der umwallten Papillen überzieht, findet man beim Menschen und bei allen Säugethieren — auch schon bei schwacher Vergrösserung — die von Lovén und Schwalbe entdeckten »Schmeckbecher oder Geschmacksknospen«, die besonders an Ueberosmiumpräparaten leicht durch ihre hellere Färbung auffallen. Sie sind, wie bekannt, an senkrechten Schnitten in der Weise angeordnet, dass sie das Epithel in seiner ganzen Breite durchsetzen, wobei sie ihre gewöhnlich breitere Basis dem bindegewebigen Stroma der Papille zukehren, während sie nach aussen sich meist rasch zuspitzend, an der Oberfläche des Epithels mit feinen Oeffnungen münden. Ihre Grösse unterliegt bei verschiedenen Thieren und oft an einem Individuum grossen Schwankungen, wie nachstehende Tabelle zeigt.

---

[1]) Die becherförmigen Organe der Zunge. M. Schultze's Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. VI. pag. 237.

[2]) Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut. Halle 1862. pag. 56.

Der Längendurchmesser			Der grösste Breitendurchmesser		
der Schmeckbecher beträgt:					
beim Menschen	0,039—0,045	Mm.	beim Menschen	0,036—0,039	Mm.
beim Rind . .	0,054—0,115	-	beim Rind . .	0,015—0,030	-
beim Schaf . .	0,048—0,095	-	beim Schaf . .	0,015—0,045	-
bei der Ziege .	0,036—0,060	-	bei der Ziege .	0,015—0,045	-
beim Reh . . .	0,030—0,045	-	beim Reh . . .	0,030—0,039	-
bei der Gemse	0,036—0,045	-	bei der Gemse	0,024—0,036	-
beim Hund . .	0,051—0,066	-	beim Hund . .	0,030—0,036	-
bei der Katze .	0,051—0,060	-	bei der Katze .	0,015—0,030	-
beim Wiesel. .	0,030—0,042	-	beim Wiesel. .	0,015—0,024	-
beim Pferd . .	0,060—0,075	-	beim Pferd . .	0,030—0,039	-
beim Schwein	0,030—0,060	-	beim Schwein	0,021—0,030	-
beim Kaninchen	0,027—0,045	-	beim Kaninchen	0,027—0,030	-
beim Hasen . .	0,030—0,042	-	beim Hasen . .	0,027—0,030	-
b. Eichhörnchen	0,045—0,054	-	b. Eichhörnchen	0,024—0,030	-
bei der Ratte .	0,045—0,051	-	bei der Ratte .	0,015—0,030	-
b. d. Wühlmaus	0,039—0,045	-	b. d. Wühlmaus	0,030	Mm.
b. d. Hausmaus	0,030—0,036	-	b. d. Hausmaus	0,024—0,030	-
beim Maulwurf	0,030—0,045	-	beim Maulwurf	0,015—0,024	-
b. d. Fledermaus	0,027—0,030	-	b. d. Fledermaus	0,024—0,027	-

Je nach dem Verhältniss des Längen- zum Breitendurchmesser sind diese Gebilde, wie es am häufigsten der Fall ist, oval, seltener nahezu kreisrund, oder mehr cylindrisch, nach aussen hin sich rasch zuspitzend. Nicht regelmässig sind sie an ihrem, dem Bindegewebe zugekehrten, centralen Ende am breitesten, zuweilen sitzen sie mit einem schmäleren Halse dem Stroma auf und erreichen erst weiter nach aussen, oft kurz vor ihrer Spitze, die grösste Breite. Dieses Verhalten zeigt sich nicht selten beim Rind und Schaf; so fand ich bei letzterem, Becher von 0,033 Mm. in ihrem grössten Breitendurchmesser nahe der Spitze, während die Breite an der Basis blos 0,021 Mm. betrug. Die längsten und schlankesten Schmeckbecher besitzt das Rind, wo sich häufig der Längen- zum Breitendurchmesser wie 6 zu 1 verhält. Die gedrungensten dieser Gebilde, finden sich beim Reh, Kaninchen, Hausmaus und Fledermaus. Abweichungen derselben, von ihrer gewöhnlichen Form und Grösse, sind oft in einem Präparate nicht selten.

Bei vielen Thieren finden sich Schmeckbecher ausschliesslich nur in dem durch den Wall geschützten Seitenepithel der Papille, welches sie gürtelförmig umkreisen. Zuweilen nimmt die Breite der Becherzone die ganze Höhe des Seitenabhanges der Papille ein, wie dies z. B. beim Reh der Fall ist. Bei der Gemse werden Schmeckbecher nur in den beiden oberen Drittheilen einer Papilla vallata beobachtet, so dass das unterere Drittheil stets frei von Bechern getroffen wird. Beim Pferd bilden dieselben, entsprechend dem sehr niedrigen und unvollkommen entwickeltem Walle, blos einen schmalen Gürtel über dem Grunde des Wallgrabens; desgleichen bei der Wühlmaus, und trotz gut entwickeltem Walle, nicht selten auch beim Schwein. Ein wechselndes Verhalten bietet die Ratte, während in vielen Fällen die Schmeckbecher in einer die Höhe des seitlichen Abhanges der Papille nahezu erreichenden Zone auftreten, bleibt zuweilen ihr Vorkommen blos auf die untere Hälfte beschränkt. In den umwallten Papillen des neugeborenen Kindes konnte ich keine regelmässige Anordnung dieser Gebilde beobachten.

Die Entfernung der einzelnen Geschmacksknospen von einander ist verschieden, gewöhnlich stehen sie sehr dicht übereinander. Am meisten, und oft bis zur Berührung einander genähert, sind sie bei den Nagethieren, wo man nur selten zwischen je zwei dieser Organe, eine Entfernung bis zu 0,009 Mm. beobachtet. Gleichfalls nahe aneinander und nur durch dünne Epithelschichten getrennt, sind sie beim Maulwurf und der Fledermaus. Die grössten Differenzen finden sich bei den Wiederkäuern; während sich in einzelnen Fällen die Schmeckbecher zu berühren scheinen, findet man sie in anderen in beträchtlicher Entfernung von einander; so habe ich bei der Gemse als grössten Abstand 0,021, bei der Ziege 0,024, beim Schaf 0,036 und beim Rind 0,054 Mm. gefunden.

Die Zahl der im Seitenepithel umwallter Papillen vorkommenden Becher, ist bei den einzelnen Thieren sehr verschieden, und auch bei einem Individuum keineswegs unveränderlich, wie aus nachfolgenden Beispielen ersichtlich ist.

Die Zahl der an senkrechten Schnitten in einer Reihe übereinanderliegenden Schmeckbecher beträgt: beim Menschen[1] 2—5, beim Rind 6—20, beim Schaf 6—12, bei der Ziege 3—8, beim Reh 6—10, bei der Gemse 5—9, beim Hund 6—8, bei der Katze 3—10, beim Wiesel 4—5, beim Schwein 4—20, beim Maulwurf 7—1 , beim Kaninchen und Hasen 3—8, beim Eichhörnchen 4—7, bei der Ratte 6—15, bei der Wühlmaus und Hausmaus 3—5. Auffallender Weise habe ich beim Rind, bei der Katze und dem Wiesel — obgleich nur selten — Geschmacksknospen an senkrechten Schnitten, blos auf einer Seite des Epithels entwickelt gefunden, obgleich der die Papille umgebende Wall gut entwickelt war.

Schon Lovén erwähnt, dass er bei Ratte und Kaninchen, ausser den im Seitenepithel der Papillae vallatae vorhandenen Knospen, solche auch an der entsprechenden Seite des Ringwalles aufgefunden habe. Schwalbe sah dieselben, wenngleich nur vereinzelt, bei Mensch und Hund an demselben Orte. Ich selbst habe die Gegenwart von Bechern im Wallbezirke, ausser beim Kaninchen und Ratte, auch beim Hasen, bei der Wühlmaus und Hausmaus (Fig. 4) beobachtet; bei allen diesen Thieren sind sie constant, und gewöhnlich in derselben Zahl wie am seitlichen Abhange der Papille vorhanden. Beim Reh, und übereinstimmend mit früheren Beobachtern, beim Mensch und Hund, konnte ich Geschmacksknospen im Walle nur in einzelnen Exemplaren auffinden. In Bezug auf ihre Form und Grösse stimmen die im Ringwalle vorkommenden Becher ganz mit denen überein, wie sie auf dem Seitenabhang der Papille beobachtet werden.

---

[1] Meine Angaben über die Zunge des Menschen beziehen sich stets nur auf die des neugeborenen Kindes.

In einer Mittheilung von Schwalbe[1]) »Zur Kenntniss der Papillae fungiformes der Säugethiere« wird als interessantes Vorkommniss erwähnt, dass er auf der freien Oberfläche der Papillae vallatae beim Schweine ganz ähnliche feine Oeffnungen gefunden habe, wie sie auf den pilzförmigen Papillen als Zugangsöffnungen zu den Schmeckbechern vorkommen, und sollen dieselben sich nur an solchen Stellen vorfinden, die wie eine aufgesetzte Papilla fungiformis aussehen.

Durch diesen Umstand aufmerksam gemacht, habe ich dem freien Oberflächenepithel der umwallten Papillen eine besondere Beachtung zugewendet, um etwa vorhandene Schmeckbecher aufzufinden, und ist es mir in der That gelungen, sie daselbst beim Menschen, beim Kalb, Schaf, bei der Ziege, Gemse, beim Schwein, Hund, bei der Katze, dem Wiesel, Maulwurf, Eichhörnchen, der Wühlmaus und Hausmaus nachzuweisen, wie ich von einigen derselben schon voriges Jahr in einer Mittheilung[2]) »Ein Beitrag über die Verbreitung der becherförmigen Organe auf der Zunge der Säugethiere« berichtete.

Vor allem will ich erwähnen, dass das Vorkommen von Schmeckbechern auf der freien Oberfläche der umwallten Papillen keineswegs constant ist, dass sie also nicht auf jeder Papille, auch nicht auf jeder Zunge bei den vorerwähnten Thieren beobachtet werden. Sehr wechselnde Verhältnisse fand ich beim Schaf; während an einzelnen Zungen das Epithel auf der oberen Fläche der Papillae vallatae gänzlich frei von Bechern blieb, wurden sie daselbst an anderen Zungen fast in keinem Präparate vermisst.

Sie ruhen gewöhnlich mit ihrer meist abgerundeten Basis auf secundären Erhebungen des bindegewebigen Stroma's der Papille, und kehren ihre Spitze der oberen Fläche des Epithels zu, welche sie aber oft nicht erreichen, so dass sich von der Spitze eines Bechers, bis zu seiner Mündung auf der freien Oberfläche des Epithels häufig ein feiner Kanal hinzieht, welcher beim Schaf die Länge von 0,012 Mm. erreicht. Bei Thieren, wo die obere Fläche der umwallten Papillen eine unebene, höckerige Beschaffenheit darbietet, etabliren sie sich gern an solchen Stellen, die wie eine aufgesetzte Papilla fungiformis aussehen, wie dies in ausgezeichneter Weise beim Schwein und Maulwurf, zuweilen auch bei Katze und Hund der Fall ist. Ein abweichendes Verhalten bot die Wühlmaus; bei dieser sah ich an einem durch die Papilla vallata vertical geführten Schnitte, auf der freien Oberfläche, beiläufig in der Mitte, eine sehr zierliche trichterförmige Einsenkung, und in deren nach abwärts gekehrter Spitze einen Schmeckbecher münden.

---

[1]) Centralblatt für die med. Wissenschaften 1868. Nr. 28.

[2]) Centralblatt für die med. Wissenschaften 1872. Nr. 26.

Die im freien Oberflächenepithel der umwallten Papillen vorkommenden Schmeckbecher, sind meist kleiner und schmächtiger, als die gleichzeitig auf der Seitenwand vorhandenen, zeigen aber sonst keine Unterschiede.

Ihre Anzahl ist immer nur gering, meist kommen sie blos vereinzelt, zerstreut vor; ihre Anordnung ist eine ganz unregelmässige. Nur einmal — beim Schaf — sah ich die den Seitenabhang einer Papilla vallata umgebende Becherzone, sich ununterbrochen auf die freie Oberfläche fortsetzen, so dass nur ein kleiner Theil der letzteren keine Becher trug. Von gleichzeitig vorhandenen secundären Papillen unterscheidet man sie leicht durch ihre grössere Länge, durch ihre eigenthümliche Längsstreifung und nicht selten durch die über die Spitze der Becher vorragenden Stiftchen.

Von der Anordnung der Schmeckbecher und ihrem Verhalten zum Epithel überzeugt man sich an Schnitten, welche der freien Oberfläche umwallter Papillen entnommen wurden. Man sieht an solchen Präparaten in grösserer oder geringerer Entfernung von einander, verschieden grosse, scharf contourirte Kreise, welche dem optischen Querschnitte der Becher entsprechen und sich leicht durch ihre etwas hellere Färbung von dem dunkleren Epithel unterscheiden. Bei höherer Einstellung des Tubus bemerkt man im Centrum eines jeden solchen Kreises einen viel kleineren, gleichfalls scharf contourirten Kreis, der sich als eine Oeffnung im Epithel erweist und die Mündung je eines Schmeckbechers darstellt; nicht selten wird man vom grösseren zum kleineren Kreis eine radiär verlaufende Streifung beobachten.

Es sind dies dieselben Bilder, wie sie von Lovén und Schwalbe an Flächenschnitten beschrieben wurden, welche dem Seitenabhang der umwallten Papillen entnommen waren, und wie sie übereinstimmend von v. **Wyss** und **Engelmann**, an dem Seitenepithel der Geschmacksleisten vom Kaninchen und Hasen, zuerst beobachtet wurden.

Die Grösse der dem optischen Querschnitte der Schmeckbecher entsprechenden Kreise auf der freien Oberfläche der umwallten Papillen ist verschieden; beim Schaf finden sich solche oft in einem Präparate von 0,0078—0,026 Mm. Durchmesser. Den im Centrum vorkommenden kleineren Kreis — welchen **Engelmann** ganz treffend als Geschmacksporus bezeichnet — habe ich bei demselben Thiere von 0,0013—0,0026 Mm. Durchmesser schwankend gefunden.

Seltener sind diese Kreise nahe aneinander gerückt, meist stehen sie weiter von einander entfernt; zuweilen findet man mehrere in Gruppen beisammen, während andere Stellen gar keine Kreise erkennen lassen.

Bekanntlich ist das Vorkommen der Schmeckbecher nicht blos auf die Papillae vallatae beschränkt, sondern sie finden sich auch auf den fungiformibus, auf denen sie von **Lovén** entdeckt worden sind. Später wurden sie von **Schwalbe**, v. **Wyss** und **Engelmann** gleichfalls auf denselben beobachtet.

Nach meinen in dieser Richtung gewonnenen Resultaten, kann ich die Gegenwart von Schmeckbechern auf den pilzförmigen Papillen beim Menschen und bei allen von mir untersuchten Säugethieren constatiren. Ich fand dieselben, übereinstimmend mit früheren Beobachtern, stets nur in dem die obere Fläche der Papille überziehenden Epithel, an den Seitenflächen habe ich sie gleichfalls nicht beobachtet.

Das Verhalten der Becher zum Bindegewebe und dem Epithel ist durch **Lovén** und **Schwalbe** bekannt; es stimmt mit jenem überein, wie ich es für dieselben Gebilde geschildert habe, die zuweilen auf der freien Oberfläche der umwallten Papillen beobachtet werden.

Die Grössenverhältnisse der Geschmacksknospen auf den pilzförmigen Papillen will ich durch nachstehende Tabelle zur Anschauung bringen.

Der Längendurchmesser			Der grösste Breitendurchmesser		
der Schmeckbecher auf den pilzförmigen Papillen beträgt:					
beim Menschen	0,030—0,042	Mm.	beim Menschen	0,021—0,033	Mm.
beim Rind. . .	0,042—0,075	-	beim Rind. . .	0,012—0,045	-
beim Schaf . .	0,051—0,095	-	beim Schaf . .	0,015—0,045	-
bei der Ziege .	0,045—0,075	-	bei der Ziege .	0,021—0,030	-
beim Reh . . .	0,060—0,066	-	beim Reh . . .	0,012—0,015	-
beim Hund . .	0,045—0,048	-	beim Hund . .	0,021—0,030	-
bei der Katze .	0,030—0,045	-	bei der Katze .	0,021—0,024	-
beim Maulwurf	0,027—0,030	-	beim Maulwurf	0,021	Mm.

b.d. Fledermaus	0,030 Mm.	b.d. Fledermaus	0,027 Mm.
beim Kaninchen	0,030 -	beim Kaninchen	0,024—0,030 Mm.
b. Eichhörnchen	0,024—0,030 Mm.	b. Eichhörnchen	0,018—0,021 -
bei der Ratte .	0,036—0,045 -	bei der Ratte .	0,024—0,030 -
b. d. Wühlmaus	0,045 Mm.	b. d. Wühlmaus	0,024—0,030 -
b. d. Hausmaus	0,039—0,042 -	b. d. Hausmaus	0,027 Mm.

Die Grösse der Schmeckbecher auf den pilzförmigen Papillen ist zuweilen constant geringer, als auf den umwallten Wärzchen, wie ich dies namentlich beim Menschen und beim Hund beobachtete; selbstverständlich darf man nur die Verhältnisse berücksichtigen, wie sie sich auf einer und derselben Zunge ergeben. Bei den Wiederkäuern ist die Länge derselben oft bedeutender als auf den umwallten Papillen; es erklärt sich dies daraus, dass, obwohl die Papillae fungiformes kleiner als die vallatae sind, das Epithel auf der oberen Fläche der ersteren, zuweilen in einer weit dickeren Schicht vorhanden ist, als auf dem Seitenabhang der letzteren. Die Grössenunterschiede beziehen sich hier meist blos auf den Dickendurchmesser, der im Allgemeinen sehr gering getroffen wird. Neben so gestreckten Formen, finden sich zuweilen solche, welche dieselbe Breite erreichen, wie sie den Knospen auf den umwallten Papillen zukommt. Die schönsten Schmeckbecher werden im Allgemeinen bei den Nagethieren, sowie bei Maulwurf und Fledermaus beobachtet, wo sie sich auch in ihrer Grösse von denen auf den Papillis vallatis nicht wesentlich unterscheiden, zuweilen jedoch — wie namentlich bei Ratte und Wühlmaus — dieselben sogar etwas an Grösse übertreffen.

Die Zahl der Geschmacksknospen auf den pilzförmigen Papillen ist sehr variabel und ihre Vertheilung eine ungesetzmässige. Am zahlreichsten sind sie bei den Wiederkäuern, wo man deren 2—5, seltener bis 9 in einem Verticalschnitte beobachtet. Sehr spärlich sind sie beim Menschen; hier finden sich blos 1—3 Becher in einem Schnitte. Bei der Ratte, Wühlmaus, Hausmaus und Fledermaus sieht man fast constant nur eine Knospe, welche die Mitte des Oberflächenepithels einnimmt; dieselbe ist an ihrer dem Papillenkörper zugewendeten Basis — welche häufig von einem Kranz cylindrisch gestalteter Epithelzellen umsäumt ist — am breitesten, und läuft, nach oben hin sich allmälig verschmälernd, in eine flaschenhalsähnliche Spitze aus, wodurch die ganze Form des Bechers einige Aehnlichkeit mit einem Flaschenkürbis erhält (Vgl. Fig. 2). Beim Kaninchen und Hasen bemerkt man meist 2, beim Maulwurf nicht selten 3 Knospen in einem Schnitte, von denen eine die Mitte des Oberflächenepithels einnimmt, während die beiden seitlich gelegenen, mit ihrer Spitze gegen den abgerundeten Rand der Papillenoberfläche gerichtet sind.

Beim Menschen und bei vielen Säugethieren findet sich auf dem hinteren Antheil des Seitenrandes der Zunge, ein mehr weniger deutlich ausgeprägtes faltiges Gebilde, welches schon längst*) unter dem Namen der Papilla foliata bekannt ist, und das in seiner Eigenschaft Schmeckbecher zu tragen, mit den umwallten und pilzförmigen Papillen übereinstimmt, ja dieselben an Becherreichthum weit übertrifft.

Auf der Papilla foliata des Menschen ist das Vorkommen von Schmeckbechern durch Krause bekannt, der diese Gebilde als »Epithelknospen« bezeichnet. Die Vertheilung der Becher auf dieser Papille ist eine ganz ungesetzmässige. Ich habe dieselben nicht blos in dem Seitenepithel der Geschmacksleisten, sondern oft, zahlreicher, auf ihrer freien

---

*) Obwohl die Geschichte der Papilla foliata erst in jüngster Zeit durch Exner[1]) und Boll[2]) mitgetheilt wurde, so möchte ich doch gleichfalls darauf zurückkommen, jedoch nur insoweit es sich darum handelt, einige Literaturangaben zu ergänzen.

Dass schon Albin — wie Krause bemerkt[3]) — ein solches Gebilde auf der Zunge des Menschen bekannt war, ist aus einer Stelle in Albinis Academicarum Annotationum (Leidae 1754. Lib. 1 pag. 58) zu entnehmen, welche lautet: In posteriore parte laterum linguae rugae quaedam transversae sunt, quarum quae priores, tanquam é papillis constant, aliis aliis continuatis: quae posteriores, eae rugas magis referunt, quam papillas. Im Jahre 1832 erwähnt Rapp[4]) (Professor der Anatomie und Physiologie zu Tübingen), dass er bei verschiedenen Säugethieren — beim Affen, Pferd, Tapir, bei Hyrax und manchen Nagethieren — am hinteren Theil des Zungenrandes, eine Reihe dicht neben einander liegender Querfalten beobachtet habe. Bei manchen Menschen fand er sie gleichfalls, doch weniger deutlich und in geringerer Zahl vorhanden. Die Verrichtung dieser Spalten war ihm jedoch unbekannt. Darauf, dass später J. F. C. Mayer[5]) solche Schleimhautfalten beim Menschen und bei einer grossen Zahl von Säugethieren, zuerst als Papilla lingualis foliata beschrieb, und gemäss unseren heutigen Anschauungen bereits als Nervenpapille aufgefasst hat, brauche ich nicht weiter einzugehen. Desgleichen sind auch die Untersuchungen Brühl's[6]) auf diesem Gebiete bekannt, von dem solche Gebilde, als seitliche Zungenrückendrüse beim Pferd, Schwein und Hund, beschrieben worden sind.

1) Med. chirurch. Rundschau. Wien 1872. Juni-Heft. pag. 400.

2) Centralblatt für die med. Wissenschaften 1872. Nr. 40. pag. 628.

3) Die Nervenendigung in der Zunge des Menschen. Göttinger Nachrichten 1870. pag. 423.

4) Die Verrichtungen des fünften Nervenpaares. Leipzig 1832. pag. 8. Anmerkung.

5) Neue Untersuchungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie. Bonn 1842. pag. 25.

6) Kleine Beiträge zur Anatomie der Haussäugethiere. Wien 1850. pag. 4 und Vierteljahrsschrift für Veterinärkunde. 1851. pag. 165.

Oberfläche gefunden (Fig. 3). Die Grösse und Form der Geschmacksknospen stimmt mit jenen überein, wie sie auf den umwallten Papillen vorkommen.

Die Gegenwart von Schmeckbechern auf der Papilla foliata des Pferdes, Schweines und Hundes ist theils von **Schwalbe**, theils von v. **Ajtai**[1] beschrieben worden, daher ich meine übereinstimmenden Beobachtungen nicht auch mitzutheilen brauche.

Am schönsten und regelmässigsten entwickelt ist diese Papillenform beim Kaninchen und Hasen. Sie findet sich bei beiden als ein wohl begrenztes, ovales Gebilde, am hinteren Antheil des seitlichen Zungenrandes, und besteht je nach der Grösse der Zunge aus 11—15 parallel verlaufenden Schleimhautfalten. So viele Falten — 25 bis 26 — wie **Mayer** angiebt, habe ich niemals beobachtet.

Indem ich auf die von v. **Wyss**[2] und **Engelmann**[3] gegebene ausführliche Schilderung dieses Geschmacksorganes verweise, möchte ich selbst nur eines Umstandes Erwähnung thun, der sich mir bei Untersuchung verschiedener Kaninchenzungen, in einzelnen Fällen ergeben hat. Es findet sich nämlich zuweilen eine Falte in der Weise verkümmert, dass sie sich auffallend niedriger zeigt als die benachbarten, und an senkrecht geführten Schnitten die Gestalt eines Dreieckes mit nach oben abgerundetem Winkel darbietet. Die Seitenwände der betreffenden Leiste erscheinen dabei so gegeneinander geneigt, dass die eigentliche, sonst plane Oberfläche derselben, vollkommen vermisst wird. Demgemäss sind auch die Schmeckbecher in zwei nach oben convergirenden Reihen — zuweilen in Form eines Halbkreises — angeordnet.

Bei Eichhörnchen und Ratte wurde eine Papilla foliata von v. **Wyss** entdeckt. Sie findet sich bei beiden, unmittelbar vor dem Uebertritte des Arcus glossopalatinus in die Schleimhaut der Zunge, am Seitenrande derselben. Beim Eichhörnchen ist sie leicht mit freiem Auge sichtbar, und besteht aus 3—8 seichten Spalten, welche die Längenachse der Zunge rechtwinklig kreuzen. Bei der Ratte sind blos 3—5 unregelmässige Grübchen zugegen. Die Anordnung der Becher auf den dazwischen befindlichen Falten, habe ich übereinstimmend mit den Angaben von v. **Wyss** gefunden.

---

1) Ein Beitrag zur Kenntniss der Geschmacksorgane. M. **Schultze**'s Archiv für mikrosk. Anatomie 1872. pag. 455.

2) Ueber ein neues Geschmacksorgan auf der Zunge des Kaninchens. Centralblatt für die med. Wissenschaften 1869. Nr. 35. Ausführlicher in: Die becherförmigen Organe der Zunge. M. **Schultze**'s Archiv Bd. VI. pag. 137.

3) Die Geschmacksorgane. **Stricker**'s Gewebelehre pag. 822.

Schon bei anderer Gelegenheit [1]) habe ich das Vorhandensein ein der Papilla foliata analoges Gebilde beim Meerschweinchen mitgetheilt. Man findet bei demselben auf dem blattförmigen Zungenrückenwulst zu beiden Seiten der Medianlinie — da wo bei anderen Nagethieren umwallte Papillen vorzukommen pflegen — in der Regel drei kleine, eben noch makroskopisch sichtbare rinnenartige Vertiefungen, welche parallel mit der Längenachse der Zunge verlaufen und zwei Leisten zwischen sich fassen, die aber nicht über die Oberfläche der Zunge hervorragen. Zuweilen ist die Zahl dieser Vertiefungen dadurch abgeändert, dass sich auf einer Seite vier, auf der anderen blos zwei entwickelt zeigen (Vgl. Fig. 4 *a a'*). An senkrechten Durchschnitten bemerkt man zunächst, dass das Stroma der Leisten secundäre Papillen nach aufwärts sendet, zwischen welche hinein sich das Epithel in Form abgerundeter Zapfen fortsetzt. In der, die Seitenwände der rinnenartigen Einschnitte überziehenden Epithelbekleidung, sieht man beiderseits 3—5 Schmeckbecher in einer Reihe übereinander gelagert, welche vom Grunde, bis etwa zur Mitte des Grabens hin, ausmünden. Sie haben eine mehr langgestreckte cylindrische Gestalt und sind einander oft bis zur Berührung genähert.

Von Schwalbe wird das Meerschweinchen mit jenen Thieren in eine Gruppe gebracht, bei denen sich zwei umwallte Papillen vorfinden.

Wie schon Eingangs erwähnt, habe ich bei demselben, eigentliche umwallte Wärzchen — auch an zahlreichen Zungen — niemals beobachtet; ich muss daher annehmen, dass schon Schwalbe das von mir als Analogon der Papilla foliata bezeichnete Gebilde gesehen, und als Papilla vallata aufgefasst hat. Vielleicht waren ausnahmsweise auf der von ihm untersuchten Zunge, auf jeder Hälfte, nur zwei solcher Rinnen zugegen; dann gleicht das Bild, welches man an Verticalschnitten erhält, ganz vollkommen dem einer Papilla vallata, in welcher die Becher ausser dem Seitenabhang der Papille auch noch im Walle vorkommen. Uebrigens muss dieses Gebilde, obwohl es in seinem Bau mit den umwallten Papillen nicht übereinstimmt, doch mit denselben in eine Gruppe gebracht werden; theils schon wegen seines Vorkommens auf dem mittleren Theile des Zungenrückens, hauptsächlich aber deshalb, weil sich beim Meerschweinchen noch eine andere bechertragende Stelle findet, die vermöge ihres Standortes als die eigentliche Papilla foliata betrachtet werden muss.

Dieses Gebilde, auf dessen Existenz Herr Professor V. v. Ebner mich aufmerksam zu machen die Güte hatte, findet sich analog wie bei anderen Thieren am hinteren Antheil des Seitenrandes der Zunge und besteht aus 5—9 grübchenförmigen Vertiefungen, von denen gewöhnlich nur die hinteren 5 deutlich ausgeprägt erscheinen; — häufig variirt die Anzahl der Grübchen auf beiden Seiten einer Zunge (Fig. 4 *b b*). Der Bau der zwischen den Grübchen befindlichen Leisten stimmt mit jenen am Rücken der Zunge überein; auch die Anordnung der Becher giebt keine auffälligen Abweichungen zu erkennen (Fig. 5).

---

[1]) Med. Centralblatt 1872. Nr. 26.

Bei der Wühlmaus, Hausmaus und Fledermaus hatte ich selbst Gelegenheit eine Papilla foliata aufzufinden.

Bei der Wühlmaus (Arvicola camp.) wo sie an senkrechten Durchschnitten ein recht zierliches Bild gewährt, besteht sie aus etwas kleinen runden Grübchen, welche auf dem steilen Seitenrande, beiläufig in der Mitte zwischen dem Rücken und der unteren Fläche der Zunge vorkommen, und nur bei scharfer Betrachtung wahrgenommen werden können. In dem Epithel, welches glatt über die zwischen denselben befindlichen Bindegewebshügel hinwegzieht, finden sich jederseits, gleich über dem Grunde der Grübchen, drei Becher dicht übereinander liegend.

Sehr klein und meist nur mit Hülfe der Loupe aufzufinden, ist diese Papillenform bei der Hausmaus. Sie ist hier durch drei seichte, kurze Einschnitte repräsentirt, welche am hinteren Antheil des Seitenrandes der Zunge, die Längenachse derselben, unter einem nahezu rechten Winkel schneiden. In dem Seitenepithel der Leisten werden drei, fast kugelrunde Schmeckbecher, in einer Reihe übereinander beobachtet. Bei der Fledermaus fand ich zu beiden Seiten der Papillae vallatae blos einen Einschnitt; doch sind hier die Becher, wegen grösserer Tiefe der Spalten auch zahlreicher; ich habe deren sechs gefunden.

Bei einem Rückblick auf die von mir untersuchten Thiere zeigt es sich, dass den Wiederkäuern — welche stets umwallte Papillen in grösserer Zahl besitzen — eine Papilla foliata constant fehlt; es ist dies eine auch schon längst von Mayer gemachte Beobachtung, der bereits den Abgang eines solchen Gebildes bei Bos, Ovis, Capra, Antilope und Camelus berichtet. Doch auch bei der Katze habe ich, ebensowenig wie früher v. Ajtai, eine Papilla foliata gesehen; ich vermuthe daher, dass unter diesem deutlich abgegrenzten, aus zehn langgestielten, zweilappigen Papillen bestehendem Gebilde, welches Mayer als Papilla foliata beschreibt, wohl nur die sehr verlängerten, mit breiter Basis aufsitzenden, fadenförmigen Wärzchen gemeint sein können, die allerdings auffällig genug, gerade auf jenem Theil der Zunge in einer Gruppe angeordnet erscheinen, wo bei vielen Thieren eine Papilla foliata vorzukommen pflegt. Da meine Untersuchungen auf das Vorhandensein von Schmeckbechern, die ich auf einigen sehr niedrigen Fältchen zwischen den fadenförmigen Wärzchen vermuthete, von negativem Resultate begleitet waren, so können wir hier es wohl nicht mit einer Geschmackspapille zu thun haben. — Auch beim Wiesel und Maulwurf vermochte ich nicht, eine Papilla foliata zu entdecken.

Ich will nun noch den Bau der Geschmacksknospen in Kürze berühren, und wenn ich dabei zu wenig ausführlich erscheine, so geschieht es nur deshalb, weil ich es vermeiden will, die hierüber bekannten, detaillirten Schilderungen zu wiederholen.

Jede Geschmacksknospe besteht aus zwei wesentlich von einander verschiedenen Zellformen, welche man seit Lovén und Schwalbe als »Deck- oder Hüllzellen und Geschmackszellen« unterscheidet.

Die ersteren, welche den äusseren und grössten Theil der Knospe ausmachen, erweisen sich im isolirten Zustande als modificirte Epithelialzellen. Sie besitzen eine langgestreckte, abgeplattete Gestalt mit einem ovalen Kern, der entweder die Mitte der Zelle einnimmt, oder näher dem sich zuspitzenden Ende des peripheren Fortsatzes getroffen wird. Der centrale Fortsatz ist entweder wie der periphere unverästelt, so dass die ganze Zelle eine regelmässige Spindelform annimmt; häufiger jedoch sieht man denselben, oft schon in geringer Entfernung vom Kerne sich unregelmässig theilen. Beim Schweine habe ich nicht selten Deckzellen isolirt, wo ich das centrale Ende der Zelle, sich in lange, fadenartig dünne Ausläufer sich verjüngen sah, wie sie ähnlich Lovén beim Kalb beobachtete. Nur einmal — gleichfalls beim Schwein — ist mir eine Deckzelle vorgekommen, mit regelmässig gablig getheiltem, centralen Fortsatze (Fig. 6). Weit constanter in ihrer Form, sind die im Centrum der Schmeckbecher eingeschlossenen Geschmackszellen, welche sich von den ersteren leicht durch ihr homogenes Aussehen und den eigenthümlich matten Glanz unterscheiden. Der Körper der Zelle wird fast vollständig von einem ellipsoidischen Kerne erfüllt, so dass der letztere blos von einem schmalen Protoplasmasaum umgeben erscheint. Die Länge des Kernes, der entweder ganz homogen ist, oder häufiger einzelne stärker lichtbrechende Kernkörperchen erkennen lässt, beträgt bei der Gemse und Ziege 0,0084, die Breite 0,0042 Mm. Der stäbchenförmige periphere Fortsatz, ist meist gleichmässig dick, oder er verschmälert sich gegen sein freies Ende hin etwas; nicht selten findet man ihn etwas gekrümmt, oder gar abgebrochen. Der nicht viel längere centrale Fortsatz ist etwas schmäler und endet zuweilen mit einer eben noch wahrnehmbaren knopfartigen Verdickung; viel seltener — bei der Gemse und dem Meerschweinchen — fand ich ihn dichotomisch getheilt (Fig. 7 *a* und *b*). Bei vielen Thieren — am häufigsten beim Schwein — kann man Geschmackszellen beobachten, welche sich von den eben beschriebenen darin unterscheiden, dass der ellipsoidische Kern schmäler, oder blos durch eine stärker lichtbrechende, spindelförmige Verdickung angedeutet erscheint. Der periphere und centrale Fortsatz sind beide fadenartig dünn, und nicht selten kann man am freien Ende des ersteren ein feines Stiftchen beobachten. Der centrale Fortsatz, den man oft von sehr bedeutender Länge erhält, gleicht in seinen optischen Eigenschaften ganz dem freien Achsencylinder eines Nervenfadens, und ist in seiner Continuität häufig durch eine oder mehrere, ganz homogene, stark lichtbrechende Anschwellungen unterbrochen (Fig. 7 *c d e*). Die Geschmackszellen, wie ich sie erhielt, gleichen am meisten denjenigen, welche SCHWALBE als zwei verschiedene Formen »Stäbchenzellen und Stiftchenzellen« beschrieben hat. Eine Theilung des centralen Fortsatzes wurde jedoch von SCHWALBE niemals gesehen, und es stimmen hierin meine Beobachtungen mehr mit denen von ENGELMANN überein, obgleich ich nicht wie dieser beim Kaninchen eine wiederholte dichotomische Theilung zu bemerken Gelegenheit hatte.

Von allen zum Isoliren der Zellen empfohlenen Reagentien, habe ich die Maceration in Jodserum und die MÜLLER'sche Flüssigkeit — nach der von v. WYSS angegebenen Methode — am meisten bewährt gefunden. Der letzteren bediente ich mich vielfach auch als Erhärtungsmittel und habe von derselben, gleichwie von schwachen Chromsäurelösungen und der von SCHWALBE empfohlenen Ueberosmiumsäure, recht gute Resultate erhalten.

Nach KRAUSE sollen in den Geschmacksknospen des Menschen, ausser den bisher gekannten Zellformen, auch noch Gabelzellen vorkommen, ähnlich denen, wie sie von ENGELMANN beim Frosch entdeckt worden sind. Ueber deren Gegenwart beim Menschen kann ich wegen Mangel ausreichender Beobachtungen keine Mittheilungen machen, bei den Säugethieren sind mir solche Zellen nie zu Gesicht gekommen.

Die Zahl der in einem Schmeckbecher enthaltenen Geschmackszellen genau zu bestimmen, dürfte kaum möglich sein. In der Papilla foliata des Hundes, wo ich die Deckzellen an ihrem peripheren Ende auseinandergewichen fand, möchte ich etwa sechs für eine Knospe mittlerer Grösse annehmen. Doch auch unter solchen, verhältnissmässig günstigen Umständen, ist es schwer, genaue Zählungen vorzunehmen, da man die Geschmackszellen meist in ein Bündel vereinigt findet. Aus der Menge der Stiftchen, welche zuweilen die Spitze der Becher überragen, auf die Zahl der Geschmackszellen einen Schluss ziehen zu wollen, dürfte deshalb nicht verlässlich sein, da es immer fraglich bleibt, ob diese Stiftchen auch den peripheren Enden aller in einem Becher enthaltenen Geschmackszellen entsprechen; die oft ungleiche Länge derselben, sowie der Umstand, dass sie häufig gar nicht zur Beobachtung gelangen, gestatten immerhin diese Frage.

Schwalbe fand an Präparaten beim Schaf, nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure, an der Spitze der Knospen einen Kranz von feinen kurzen Härchen, welche nach innen convergirten, und von denen er vermuthet, dass sie auf der Spitze der Deckzellen aufsassen. Ich habe diesen Härchenkranz weder beim Schaf, noch bei anderen Thieren beobachtet.

Schon der Fundort und die eigenthümliche Anordnung der als Geschmackszellen beschriebenen Elemente der Becher, noch mehr aber ihre ganz characteristische Structur und ihre Aehnlichkeit mit gewissen Sinneszellen mussten dazu führen, in ihnen die Endorgane der Geschmacksnerven zu suchen.

Von den Forschern, welche sich mit dieser Frage beschäftigten, erwähnt bereits Lovén Geschmacksknospen im Zusammenhange mit Nerven an einem Zupfpräparate gesehen zu haben; obgleich die Untersuchungen von Schwalbe, v. Wyss, Engelmann und Krause dieses Resultat nicht erreichten, so ist es denselben doch immerhin gelungen, Nerven bis unmittelbar zu den Schmeckbechern verfolgen zu können.

Es erübrigt mir nun meine eigenen Beobachtungen über die Beziehung der Nerven zu den Geschmacksknospen darzustellen. Ich will nun zunächst das Verhalten der Nerven schildern, wie ich dasselbe in den umwallten Papillen des Schweines gefunden habe.

An senkrecht durch die Papillae vallatae geführten Schnitten sieht man, selbst schon bei schwacher Vergrösserung, einen dicken, aus deutlich dunkel contourirten Fasern bestehenden Nervenstamm (zuweilen mehrere kleinere) bald nach seinem Eintritte in die Papille, sich in zwei oder mehrere Aeste theilen, welche divergirend gegen den unteren Abschnitt des Seitenabhanges auseinanderweichen, wo sie sich in eine grosse Zahl sehr feiner, aber immer noch dunkelrandiger Fasern auflösen, die sich in verschiedenen Richtungen kreuzend, einen dicht unter dem Epithel der Schmeckbecherregion gelegenen Plexus bilden. Für die Gegenwart eines reichen Geflechtes spricht schon der Umstand, dass man zwischen den, zu den Bechern hinziehenden Fasern, stets zahlreiche Nervenquerschnitte beobachtet. Nachdem man aus dem ganz constanten Verlauf der »markhaltigen« Nerven zu den Schmeckbechern, eine innige Beziehung beider Bildungen zu einander annehmen muss, so halte ich es mit Lovén für das Wahrscheinlichste, dass die Nerven, nachdem sie in den äussersten Schichten der Schleimhaut ihre Markscheide verloren haben, sich als nackte Achsencylinder in die Geschmacksknospen hinauf fortsetzen, und da mit den Geschmackszellen direct in Verbindung treten. Diese Annahme **Lovén**'s findet ihre Analogie in der Endigungsweise des N. acusticus im Labyrinth[1]), wie sie zuerst von **Reich** und M. **Schultze** angegeben wurde.

In ähnlicher Weise findet **Schwalbe** den Verlauf »markloser **Remak**'scher Fasern« an Holzessigpräparaten in den Papillis vallatis beim Schwein, indem er dieselben gleichfalls zu den Schmeckbechern ausstrahlen sieht. Nach meinen Beobachtungen kann ich diese Nerven nicht für marklos erklären, weil sie nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure stets eine intensiv schwarze Farbe annehmen, und ihre dunklen Contouren recht deutlich hervortreten. Ich kann hierbei nicht unterlassen, an die früher beschriebenen Geschmackszellen zu erinnern, wie ich sie in schönster Weise gerade beim Schwein zu isoliren Gelegenheit hatte. Die oft sehr bedeutende Länge ihrer centralen Ausläufer, ihre grosse Aehnlichkeit mit nackten Achsencylindern, lassen wohl kaum daran zweifeln, sie als nervöse Gebilde aufzufassen. Eine etwas abweichende Ansicht über die Bedeutung der Geschmackszellen, wurde zwar erst jüngst von **Leydig**[2]) ausgesprochen, welcher dieselben morphologisch mit den Schleimzellen am meisten verwandt findet, und die an ihrem freien Ende zuweilen wahrnehmbaren Stiftchen als eine Art Secret betrachtet. Da diese Stiftchen nicht an allen Zellen zur Beobachtung gelangen, so ist er der Meinung, dass sie nach der Zeit und dem Bedürfniss erscheinen und verschwinden, daher er sich der Annahme hinneigt, dass in diesen Sinnesbechern, ausser der empfindenden Thätigkeit, auch eine secreteorische stattfinden möge.

Gleichfalls reich an markhaltigen Nerven, fand ich die Papillae circumvallatae des Hasen, und nach ihrer Anordnung muss man denselben auch hier ein näheres Verhältniss zu den Geschmacksorganen zuerkennen. Man findet nämlich, etwa in gleicher Höhe mit dem Ursprunge der Papille, gewöhnlich den Querschnitt eines dicken Nervenstammes, von welchem aus nach beiden Seiten, ein aus dunkelcontourirten Fasern bestehendes Bündel bis in die Nähe des Wallgrabengrundes verläuft, wo es sich in zwei dünnere Bündel theilt, von denen eines zur Schmeckbecherregion am Seitenabhang der Papille emporstrebt, während das andere sich den Bechern in Wallbezirke zuwendet. Bevor aber noch die Nerven an die Becher herantreten, verlieren sie ihre dunklen Contouren und gehen in blasse Fasern über, die sich dann weiter nicht mehr mit Sicherheit verfolgen lassen.

---

[1]) Nerven und Epithel in den Ampullen und Säckchen. **Stricker**'s Gewebelehre pag. 898.

[2]) Zur Kenntniss der Sinnesorgane der Schlangen Archiv f. mikr. Anatomie VIII. Bd.

In den Papillis fungiformibus beim Kalb, fand ich das Verhalten der Nerven übereinstimmend mit jenem, wie es Krause in denselben Papillen bei der Ratte beschreibt. Der bei seinem Eintritte in die Papille 0,057 Mm. dicke Nervenstamm lässt, während er gegen die obere Fläche der Papille empordringt, seine dunkelrandigen Fasern pinselförmig auseinander weichen, welche sich allmälig verjüngend und blässer werdend, in dem festen bindegewebigen Stroma unter den Bechern der genaueren Beobachtung entziehen; zuweilen gelingt es, einzelne noch dunkelrandige Fasern von grosser Feinheit, bis unmittelbar unter die Schmeckbecher verfolgen zu können.

Soviel über die Nerven, wie man sie an Präparaten mit Hülfe der Ueberosmiumsäure erhält. Dass dieses Reagens, welches die Ausbreitung der Nerven, so weit dieselben markhaltig sind, mit grösster Sicherheit erkennen lässt, uns über das Endschicksal derselben keine Gewissheit verschafft, habe ich vielfältig erfahren. Andere Reagentien, wie der von Schwalbe angewandte Holzessig, lassen gleichfalls nur die gröbere Anordnung der Nerven erkennen.

In der Papilla foliata beim Kaninchen, welche ich in sehr verdünnter Chromsäurelösung ($^1/_{50}$ $^0/_0$) blos durch wenige Tage so weit erhärtete, fand ich das Verhalten der Nerven so, wie es durch Engelmann bekannt ist. Bei scharfer Betrachtung sieht man auch zahlreiche, sehr feine, blasse Fäserchen büschelweise zu den Schmeckbechern hin verlaufen und in einzelnen Fällen habe ich auch eine directe Verbindung zwischen denselben und den centralen Ausläufern der Geschmackszellen — die sich an Schnittpräparaten oft recht deutlich hervorheben — beobachtet. Dass diese feinen Fäserchen wirklich Nerven sind, muss ich zwar annehmen, kann es aber keineswegs beweisen, da eine genaue Unterscheidung feiner Nervenfäserchen von Bindegewebsfibrillen, an ungefärbten Präparaten, schwer möglich ist.

Zuletzt will ich noch eines Chlorgoldpräparates Erwähnung thun, das nun hinsichtlich des endlichen Uebertrittes der Nerven in Geschmacksknospen ganz entscheidend ist.

Ich finde nämlich an einem, durch eine Papilla fungiformis geführten Verticalschnitte bei der Katze, einen durch Einwirkung von Chlorgold schwarzblau gefärbten Nervenstamm, welcher sich, indem er gegen die obere Fläche der Papille emporstrebt, in mehrere Aeste theilt, von denen einzelne — offenbar abgeschnittene —, noch im Bereiche des Papillenkörpers scheinbar enden, während die übrigen in das Epithel der Papillenoberfläche eindringen, wo man sie mit den daselbst vorkommenden, gleichfalls dunkelblau gefärbten Geschmacksknospen, in continuirlicher Verbindung findet. Mit Nachdruck will ich betonen, dass an keiner anderen Stelle der Papille eine Färbung durch Chlorgold erfolgte, dass das bindegewebige Stroma, sowie das Epithel und Blutgefässe gänzlich unverändert blieben. Andererseits will ich aber auch nicht unerwähnt lassen, dass an den sich verästelnden Nerven stellenweise eine zu dunkle Färbung erfolgte, so dass sich feinere Structurverhältnisse, wie es wünschenswerth wäre, nicht überall deutlich genug unterscheiden lassen. Immerhin jedoch erweisen sich der Stamm und seine Aeste, als Bündel feiner parallel verlaufender Fasern, die man allmälig dünner werdend in die Knospen eintreten und gegen das periphere Ende derselben vordringen sieht (vgl. Fig. 8 und 9).

Betrachtet man diese blauen Knospen, die man bis zu ihrer offenen Mündung im Epithel verfolgen kann, etwas genauer, so findet man jede derselben von einem scharf begrenzten hellen Hofe umgeben, den man leicht als eigentliche Contour des Bechers erkennt; es ergiebt sich somit der sehr beachtenswerthe Umstand, dass selbst die nach aussen gelegenen Deckzellen — die man gar nicht schwer unterscheidet — durch Einwirkung des Chlorgoldes keine Veränderung erfuhren, d. h. dass sie vollständig ungefärbt blieben (Fig. 8 und 9). In Anbetracht dessen, kann ich doch nur annehmen, dass diese feinen Nervenfäserchen, die ich deutlich in die Knospen eintreten sehe, mit den central gelegenen Geschmackszellen, im Zusammenhang stehen, obgleich ich die Form dieser Zellen, so wie man sie im isolirten Zustande beobachtet, nicht zu erkennen im Stande bin.

Ob die in die Knospen eintretenden Nerven markhaltig oder marklos sind, wage ich nicht zu entscheiden, und ich will mich vorläufig auch jeder Meinungsäusserung darüber enthalten.

Es wird vielseitig dem Chlorgold die Einwendung gethan, dass es in seinen Wirkungen unverlässlich sei und Trugbilder erzeuge, da wir in demselben kein Mittel besitzen, durch welches ausschliesslich Nerven gefärbt werden. Meine eigenen Erfahrungen können diesen Vorwurf nicht widerlegen, da ich mich selbst vielfach von der Launenhaftigkeit dieses Reagens überzeugen konnte. Doch darf man auch nicht so weit gehen und alle Resultate, die wir durch dasselbe erlangen, läugnen zu wollen, sondern man muss andererseits dieser Methode die Anerkennung zugestehen, dass sie zuweilen ausgezeichnete Dienste leistet, und gerade oft in solchen Fällen, wo wir auf anderem Wege zu keinem Ziele gelangen.

Bevor ich den Gegenstand verlasse, will ich noch jener räthselhaften Bildungen gedenken, die Verson[1] auf der hinteren Fläche der Epiglottis beim neugeborenen Kinde entdeckt hat, und die in ihrer Form grosse Aehnlichkeit mit den auf der Zunge vorkommenden Geschmacksknospen besitzen. Krause hat dieselben später beim erwachsenen Menschen wieder gefunden, und sie für identisch mit den Epithelknospen (Schmeckbechern) erklärt, die sich auf den Papillen der Zunge vorfinden; er meint daher, dass die hintere Epiglottisfläche wohl das Organ für die intensiven, sogenannten Nachgeschmäcke sei.

Ich selbst habe mich von ihrer Existenz beim Reh und Kalb überzeugt, bei denen sie sich gleichfalls, auf derselben Fläche des Kehldeckels, zahlreich vorfinden; da ich denselben keine weitere Aufmerksamkeit zugewendet habe, so kann ich mich auch über deren Bedeutung nicht aussprechen.

Nachdem der Zungenast des N. glossopharyngeus blos die vordere Fläche des Kehldeckels versieht (Hyrtl) so kann man diese Gebilde wohl nicht als Endapparate desselben auffassen, und dass sie Geschmacksempfindungen zu vermitteln im Stande wären, ist nach ihrem Fundorte auf der hinteren Epiglottisfläche, nicht recht verständlich.

Es erübrigt mir nun Herrn Professor v. Vintschgau meinen innigsten Dank auszusprechen, für das zahlreich mir zur Verfügung gestellte Material, sowie für den freundlichen Rath womit er mich bei der vorliegenden Arbeit zu unterstützen die Güte hatte.

Innsbruck im Februar 1873.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1 Verticalschnitt durch eine Papilla vallata von der Hausmaus. Zeigt Schmeckbecher am Seitenabhang der Papille und im Walle; ein kleinerer findet sich auf der freien Oberfläche. Ueberosmiumsäurepräparat. Hartnack System 7, Ocular 2.

Fig. 2 Papilla fungiformis von der Wühlmaus, welche beiderseits von den viel längeren fadenförmigen Wärzchen überragt wird. Unmittelbar auf dem Stroma der Papille sitzen die cylindrisch gestalteten Basalzellen, weiter nach aussen finden sich polygonale, und an der Oberfläche abgeplattete verhornte Epithelialzellen. Der Schmeckbecher ist umsäumt von einem Kranze cylindrischer Epithelialzellen. Nach Erhärtung in Müller'scher Flüssigkeit. Hartn. Syst. 8, Ocular 2.

Fig. 3 Senkrechter Schnitt durch eine Geschmacksleiste aus der Papilla foliata des neugeborenen Kindes. Die Schmeckbecher finden sich im Seitenepithel und auf der freien Oberfläche der Leiste. Alkoholpräparat. Hartn. Syst. 5, Ocular 2.

---

[1] Beiträge zur Kenntniss des Kehlkopfs und der Trachea. Sitzungsberichte der k. Academie der Wissenschaften 1868 Bd. 57 pag. 1093 und Kehlkopf und Trachea. Stricker's Gewebelehre pag. 456.

Fig. 4 Zunge des Meerschweinchens nach Erhärtung in Chromsäure. Auf dem blattförmigen Zungenrückenwulst sieht man auf einer Seite (*a'*) zwei, auf der anderen (*a*) vier kleine Einschnitte. Die eigentliche Papilla foliata (*b*, *b*) findet sich am Seitenrande der Zunge, und besteht aus fünf Grübchen auf jeder Seite.

Fig. 5 Papilla foliata des Meerschweinchens im senkrechten Durchschnitt. Uebersichtspräparat, in Alkohol erhärtet. HARTN. Syst. 4, Ocular 2.

Fig. 6 Deckzellen aus den umwallten Papillen des Schweines, in Jodserum isolirt. *a* Deckzelle von regelmässiger Spindelform; bei *b* ist der centrale Fortsatz verästelt, bei *c* mit einem langen fadenartigen Ausläufer versehen, bei *d* gablig getheilt. HARTN. Syst. 9, Ocular 2.

Fig. 7 Geschmackszellen. *a* Aus einer Pap. vallata der Gemse mit stäbchenförmigen peripheren und dichotomisch getheilten centralem Fortsatze, *b* aus der Papilla foliata vom Meerschweinchen; der periphere Fortsatz ist abgebrochen, der centrale ist etwas gekrümmt und endet mit einer knopfartigen Verdickung. Die übrigen Zellen sind aus den umwallten Papillen des Schweines. Der Zellkern ist verhältnissmässig klein, der periphere und der viel längere centrale Fortsatz fadenartig dünn. Bei *c* trägt der erstere an seinem freien Ende ein Stiftchen, der letztere eine knopfförmige Verdickung, bei *d* und *e* sind an den centralen Ausläufern, die erwähnten Anschwellungen zu erkennen. *a* und *b* nach Erhärtung der Zungen in MÜLLER'scher Flüssigkeit, *c*, *d* und *e* in Jodserum isolirt. Vergrösserung wie Fig. 6.

Fig. 8 Chlorgoldpräparat aus einer Papilla fung. der Katze. Man sieht den gegen die obere Fläche der Papille emporstrebenden Nervenstamm sich in mehrere Aeste theilen, von denen einige — abgeschnittene im Bereiche des Papillenkörpers scheinbar enden, während die übrigen mit den im Epithel vorkommenden Geschmacksknospen (*a*, *b*, *c*, *d*), in continuirliche Verbindung treten. Jede dieser blauen Knospen ist von einem hellen Hofe umgeben, welcher der eigentlichen Contour einer Geschmacksknospe entspricht. HARTN. Syst. 5, Ocular 3.

Fig. 9 Dasselbe Präparat. Lässt den Eintritt feiner Nervenfäserchen in die Knospen — am deutlichsten bei *a* — erkennen. Vergrösserung wie Fig. 6 und 7.

Ueber den Bau des Rückenmarkes der Rochen und der Haie.

Von

Dr. Ludwig Stieda
Prosector und ausserordentlicher Professor in Dorpat.

Mit Tafel XXV Fig. 1—4.

So weit meine Kenntniss reicht, sind über den feineren Bau des Rückenmarks der Rochen und Haie noch keine Mittheilungen veröffentlicht worden; wobei ich von meiner eigenen vorläufigen Bemerkung absehe (Sul cervello e sul midollo spinale delle Raje e degli Squali — Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Fascic. nr. 12. Decembro 1872. Napoli). Dass das Rückenmark der genannten Fische überhaupt bisher noch nicht untersucht worden ist, wage ich nicht zu behaupten: es ist immerhin möglich, dass der eine oder der andere Forscher wohl gelegentlich das erwähnte Object untersucht hat, ohne jedoch die dabei gewonnenen Resultate der Oeffentlichkeit zu übergeben.

Bei einem Aufenthalt in Neapel im Sommer des Jahres 1871, hatte ich vielfach Gelegenheiten, auch Rochen und Haie zur Untersuchung zu erhalten. Dass das Centralnervensystem derselben vor anderen meine Aufmerksamkeit fesselte, lag bei der besonderen Vorliebe, mit welcher ich bisher mich der Untersuchung der Centralnervensysteme hingegeben habe, sehr nahe. Eine kurze Uebersicht der damals gewonnenen Resultate überreichte ich der k. Academie der Wissenschaften zu Neapel.

Die allendlichen Resultate, zu welchen ich durch Untersuchung des Baues des Rückenmarkes der Rochen und Haie gelangt bin, haben mich nicht völlig befriedigt; ich erwartete mehr Aufklärung über den Bau des Rückenmarks, als mir zu Theil geworden ist. Dass ich nicht über alle Fragen, so wie ich es wünschte, Auskunft erhielt, lag vorzüglich in der Unzulänglichkeit des mir zu Gebote stehenden Materials. Es hat mi nämlich nicht gelingen wollen, diejenigen Fische, welche ich brauchte, lebend zu erhalten: ich musste mich häufig mit bereits abgestorbenen begnügen, und das Nervensystem solcher ist zur mikroskopischen Untersuchung nicht sehr geeignet. — Ich habe das Rückenmark der Haie und der Rochen nach der bereits früher von mir beschriebenen Methode — zuerst in Alkohol, darauf in chromsaurem Kali erhärtet und gefärbt; ich glaube nicht, dass diese Methode, welche sich für das Nervensystem der andern Wirbelthiere bewährt hat, für das der genannten Fische einer Modification bedarf.

Wenn ich trotz der Lücken, welche meine Untersuchungsresultate zeigen, dennoch dieselben veröffentliche, so geschieht dies, weil ich selbst augenblicklich keine Aussicht habe, durch Verarbeitung neuen Materials, das Fehlende zu ergänzen. Doch hoffe ich, dass diejenigen Forscher, welche günstiger situirt sind, als ich, indem ihnen das betreffende Material leichter zugänglich ist, gerade durch meine Publication auf die noch zu beantwortenden Fragen aufmerksam gemacht und ihre Lösung in Angriff nehmen werden.

Zur Untersuchung dienten verschiedene Gattungen der Rochen: Torpedo, Raja, Trygon und verschiedene der Haie: Squalus, Mustelus und Galeus.

Ueber die äussere Gestalt und Form des Rückenmarkes habe ich wenig zu sagen: das Rückenmark der Haie unterscheidet sich kaum in seinem Aussehn von dem der Knochenfische. Dagegen zeigt das Rückenmark der Rochen gewisse Eigenthümlichkeiten: während das Rückenmark der Knochenfische mehr oder weniger einem Cylinder gleich sieht, und der Querschnitt rundlich oder elliptisch erscheint, hat das Rückenmark der Rochen fast das Aussehen eines 4seitigen Prisma's und der Querschnitt ist annähernd viereckig (Fig. 2 und 3). Die oberen und unteren Nervenwurzeln sind von gleicher Stärke; die einzelnen oberen oder hinteren Wurzeln liegen ziemlich dicht hinter einander. In Betreff der kleinen Spinalganglien ist nichts zu bemerken. —

Auf Querschnitten des Rückenmarkes tritt hier wie bei anderen Wirbelthieren ein Gegensatz zwischen der centralen grauen Substanz, und der peripherischen weissen Substanz hervor. Die Figur, welche die graue Substanz auf Querschnitten zeigt, lässt sich bei Rochen und Haien (Fig. 1—3) ebensowenig auf das H der übrigen Wirbelthiere zurückführen, als ich es früher mit der grauen centralen Substanz im Rückenmarke der Knochenfische vermochte. Die Gestalt der grauen Substanz auf dem Querschnitt des Rückenmarkes der Rochen und Haie sieht mehr oder weniger der im Rückenmark der Knochenfische ähnlich und lässt sich am ebesten einem stehenden Kreuz mit ungleichen Schenkeln vergleichen. Indess finden sich sowohl zwischen den Knochenfischen und den hier untersuchten Knorpelfischen gewisse Unterschiede, als auch die letzteren unter einander gewisse Abwechselungen darbieten.

Am ehesten schliesst sich an das Rückenmark der Knochenfische der Befund im Rückenmark der Haie. Ich vergleiche die graue Substanz (Fig. 1) einem stehenden Kreuz: der Stamm des Kreuzes zeigt einen untern schmalen, nach unten sich sehr zuspitzenden Abschnitt, welcher genau in der Medianebene liegt, und einen breiteren nach oben zu bedeutend sich verbreiternden oberen Abschnitt. Seitlich hat das Kreuz zwei horizontal gerichtete, ziemlich massige Arme (Fig. 1 *d*), welche dadurch gekennzeichnet sind, dass sie mittelst einer geringen Verengerung von dem centralen Abschnitte des Stammes abgehen. In dem centralen Abschnitt der grauen Substanz liegt der Centralkanal (Fig. 1 *e*). Der obere Abschnitt der grauen Substanz (des Kreuzes) lässt einen Unterschied zwischen den mittleren und den beiden seitlichen Theilen erkennen: der mittlere Theil ist sehr unbedeutend, nach oben sich zuspitzend, erreicht er die Fissura longitudinalis superior; die seitlichen Abschnitte (Fig. 1 *c*), welche den oberen Hörnern im Rückenmarke der Säugethiere oder den hinteren beim Menschen entsprechen, sind seitwärts geneigt, seitlich ausgezackt und so gestaltet, dass die ganze Masse beider Hörner einem gleichschenkligen Dreieck gleicht, dessen Basis zur Peripherie, dessen Spitze zum Centrum gerichtet ist. — Die queren Abschnitte des Kreuzes, welche an der Abgangsstelle verengt sind und sich dann stark verbreitern, haben ebenfalls zackige Contouren: es sind die sogenannten unteren Hörner (Fig. 1 *d*).

Von der ganzen Peripherie der grauen Substanz gehen zahlreiche Fortsätze aus, welche im Verein mit ebenso zahlreichen von der äusseren Peripherie des Marks, d. h. von der Pia mater aus in das Innere eindringenden Fortsätzen ein grobmaschiges Netz bilden; die weisse Substanz findet sich in dem erwähnten Netz.

Die graue Substanz im Rückenmark eines Rochen (Torpedo Narke Fig. 2) weicht, wie der Blick auf die beigefügte Abbildung lehrt, von dem beschriebenen Befunde ab; insbesondere betrifft die Abweichung die Oberhörner. Die breiten, massigen Oberhörner sind von dem mittleren aufsteigenden Stamm der centralen grauen Substanz deutlich geschieden; an ihrer Wurzel aber mit einander in Zusammenhang; das obere und das untere Horn einer und derselben Seite stehen durch ein Netzwerk grauer Substanz mit einander in Verbindung. Es liess dies Verhalten der grauen Substanz sich vielleicht auch so auffassen, als ob der centrale Abschnitt hier nicht compact und gleichmässig sondern netzförmig erscheine. Dies Aussehen gewinnt der Querschnitt der grauen Substanz im Rückenmark der Raja clavata (Fig. 3); statt einer eingehenden Beschreibung verweise ich auf die beigefügte Figur.

Der Centralkanal des Rückenmarks tritt auf Querschnitten als ein kreisrundes, gewöhnlich als ein elliptisches Lumen (Fig. 1—3 *c*) entgegen; das Lumen ist, wie bei anderen Wirbelthieren mit einer Schicht langgestreckter Cylinderzellen ausgekleidet; es besitzen die Zellen an ihrer dem Lumen zugekehrten Basis Flimmern. Auch hier fand ich sowohl auf Quer- als auf Längsschnitten mitunter im Lumen jenen räthselhaften Strang, welcher einem Achsencylinder im Aussehen gleicht. Ich habe den Strang fast bei allen untersuchten Wirbelthieren gesehen, und habe mich an einem andern Orte dahin ausgesprochen, dass derselbe ein Kunstproduct, d. h. ein Gerinnsel sei. Zur Unterstützung der Ansicht, dass der Strang ein Achsencylinder, d. h. ein Nervenzellenfortsatz sei, fehlt der Nachweis des thatsächlichen Zusammenhangs mit einer Nervenzelle.

Ueber die bindegewebige Stützsubstanz im Rückenmarke der Haie und Rochen habe ich dem bereits früher Gesagten nichts Besonderes hinzuzufügen: Radiarfasern und Stützfasern sind auch hier sichtbar; die granulirte Beschaffenheit der sogenannten Grundsubstanz ist auch hier nachweisbar.

Die graue Substanz enthält grössere und kleinere Nervenzellen (Fig. 1—3), von denen die grösseren in ihrem Habitus wenig den Zellen der Knochenfische, sondern denen der Frösche ähnlich sehen. Grössere Nervenzellen von dreieckiger oder spindelförmiger Gestalt fand ich überall in den Unterhörnern; bei den Haien ausserdem noch kleinere Zellen im centralen Abschnitt der grauen Substanz. Der sichere Nachweis kleinerer Nervenzellen hat mir bei den Rochen nicht gelingen wollen; freilich habe ich viel Kerne gesehen, welche ich als zu Nervenzellen gehörige auffassen muss; immerhin bin ich über die Anordnung und Lagerung der Nervenzellen durch meine Präparate nicht genügend aufgeklärt worden. Die Nervenzellen scheinen äusserst zart zu sein, ihr Protoplasma fast völlig homogen, färbt sich so sehr schwach, dass an vielen Schnitten nur mit Mühe die Contouren zu erkennen waren. Auch die Fortsätze waren nur schwer erkennbar oder wurden vermisst; ich habe 2—5 Fortsätze an einer Zelle beobachtet. In Bezug auf eine etwaige Verästelung der Fortsätze, enthalte ich mich jedes entscheidenden Urtheils. Meine Präparate waren, wie bereits Eingangs erwähnt wurde, nicht als allen Ansprüchen genügende anzusehen und liessen mich gerade hier in Betreff der Nervenzellen in Ungewissheit. Dem wenigen über die Nervenzellen Gesagten, füge ich nur noch hinzu, dass ich hier, wie sonst, auf horizontalen Längsschnitten eine sehr characteristische Anordnung der Zellen fand: alle Zellen liegen nämlich so, dass ihr Längsdurchmesser senkrecht zur Medianebene gerichtet ist und somit in den Querdurchmesser hineinfällt; jede Zelle sendet einen Fortsatz zur Mitte, den andern zur Peripherie.

In Bezug auf die Nervenfasern ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen Rochen und Haien einerseits und den Knochenfischen andererseits.

Zuerst fehlen dem Rückenmark der Haie und Rochen jene beiden kolossalen symmetrisch gelegenen Mauthner'schen Nervenfasern, welche für die Knochenfische characteristisch sind. Hierdurch entfernen sich die Haie und Rochen von den Knochenfischen und nähern sich den übrigen Wirbelthieren. Sonst sind die Nervenfasern verschiedenen Kalibers vertheilt wie gewöhnlich; nur eins ist dabei zu bemerken: dicht über dem centralen Abschnitt der grauen Substanz (Fig. 1—3) zu beiden Seiten des mittleren nach oben gerichteten Stammes markirt sich jederseits ein grosses Bündel ziemlich starker längslaufender Nervenfasern. Sehr deutlich ist das Bündel sichtbar bei Rochen, insbesondere bei Raja clavata (Fig. 3).

Ferner ist einiges zu bemerken in Betreff der sogenannten Commissura transversa. Bei den Knochenfischen verläuft nur ein sehr kleiner Theil der von einer Hälfte zur andern hinüberziehenden Nervenfasern dicht unterhalb des Centralkanals, der grösste Theil zieht direct aus einem Unterhorn quer hinüber zum andern: das ist die Commissura transversa. — Bei den Haien nun fehlt eine solche Commissura transversa; die von der einen zur andern Rückenmarkshälfte laufenden Fasern bilden dicht unterhalb des Centralkanals eine Kreuzung (Fig. 1 *g*). Bei einigen Rochen, z. B. bei Torpedo, dagegen ist eine Commissura transversa sichtbar wie bei Knochenfischen (Fig. 2 *f*), wogegen bei anderen Rochen (Raja clavata Fig. 3 *f*) gleichsam in der Stellung und Richtung der Commissur ein Uebergang zwischen den Haien und Rochen gegeben ist. — Ueberaus deutlich tritt stets das Verhalten der Commissur auf senkrechten Längsschnitten entgegen. —

Es ist zum Schluss noch Einiges über den Verlauf der Wurzelfasern im Rückenmark der Haie und Rochen zu sagen. In Betreff der untern Wurzel (Fig. 1—3 *b*) kann ich kurz sein, insofern ihr Verhalten in keiner Weise von dem allgemeinen Bilde, welches ich an einem andern Orte von den untern Wurzeln der Wirbelthiere entworfen habe, abweicht.

Die obere Wurzel (Fig. 1—3 *a*) bietet gewisse Eigenthümlichkeiten. Zuerst muss ich das auffallend grosse Kaliber der einzelnen

Wurzelfasern hervorheben; die Fasern haben 0,0150 Mm. im Durchmesser (der Achsencylinder 0,006 Mm.) und sind genau so stark wie die der unteren Wurzeln. Bei allen andern Wirbelthieren, soweit dieselben untersucht worden sind, — vielleicht mit alleiniger Ausnahme des Amphioxus — ist ein bedeutend auffallender Gegensatz zwischen den feinen Fasern der oberen und den starken der unteren Wurzeln: hier bei den Rochen und Haien fehlt dieser Gegensatz vollständig.

In Bezug auf den Austritt der Wurzelfasern aus der grauen Substanz des Rückenmarks, oder wie man gewöhnlich sagt, — den Eintritt der Wurzeln in das Rückenmark ist zu bemerken, dass hier einige Differenzen bei den verschiedenen Gattungen der betreffenden untersuchten Fische bestehen. Bei der Gattung Torpedo tritt das ziemlich bedeutende Bündel der obern Wurzel (Fig. 2 *a*) in beträchtlicher Entfernung vom Sulcus longitudinalis superior an das Rückenmark heran, so dass der Abstand der Eintrittsstellen beider oberen Wurzeln von einander grösser ist, als der der beiden untern Wurzeln. Die eingetretene Wurzel zieht horizontal durch die weisse Substanz bis in den oberen Theil der Oberhörner und endet hier scharf abgeschnitten (Fig. 2 *a*). Bei Raja clavata (Fig. 3 *a*) dagegen weicht das in die weisse Substanz eingetretene Wurzelbündel sofort von der Horizontal-Ebene ab, und neigt sich, um in schräger, fast senkrechter Richtung die Oberhörner zu durchlaufen; dann erst endet das Bündel wie abgeschnitten. Bei Haien (Fig. 4 *a*) schliesst sich der Verlauf der obern Wurzel ziemlich an den bei Knochenfischen; jedoch sah ich niemals ein pinselartiges Ausstrahlen der Wurzelfasern in die graue Substanz hinein, wohl aber bemerkte ich bisweilen einzelne kleine Bündelchen, welche in fast senkrechter Richtung in das Oberhorn sich einsenkten.

Soviel liess sich über den Verlauf der obern Wurzeln an Querschnitten ermitteln; da die Wurzelbündel scharf abgeschnitten endeten und sich nicht ausbreiteten, so lag die Vermuthung nahe, dass Längsschnitte über den weiteren Gang der Wurzeln Auskunft schaffen würden. Die Vermuthung erfüllte sich — und ich weiss in der That kein anderes Wirbelthier anzugeben, in dessen Rückenmark sich der Verlauf der oberen Wurzeln mit solcher Deutlichkeit verfolgen lässt, wie gerade bei den Rochen und Haien. Aus der Betrachtung von horizontalen Längsschnitten, welche der Eintrittsebene der oberen Wurzelbündel entsprechen, lässt sich deutlich erkennen (Fig. 4 *a*, *a*), dass jede eintretende Wurzel sich früher oder später in zwei Bündel theilt. Ein Bündel wendet sich nach hinten (Fig. 4 *h*) das zweite nach vorn (Fig. 4 *i*), um sich an die Längsfasern (Fig. 4 *k*) der weissen Substanz anzuschliessen. An der Stelle, wo das vordere und hintere Bündel sich von einander trennen, findet eine Kreuzung der Fasern statt; indem dabei das vordere Bündel der einen und das hintere Bündel einer andern Wurzel sich begegnen, kreuzen sich auch diese Bündel. — Nach der Umbiegung schliessen sich die Wurzelbündel unmittelbar an die Längsfasern der weissen Substanz, soweit dieselbe sich in der nächsten Nähe der Oberhörner findet oder sogar die Oberhörner und deren graue Substanz durchsetzt. Hier sind die ursprünglichen Wurzelfasern von den übrigen Längsfasern nicht zu unterscheiden; deshalb ist es auch nicht möglich die Wurzelbündel weiter zu verfolgen. Die Frage, wie sich die Nervenfasern der oberen Wurzeln in ihrer Beziehung zu den Nervenzellen verhalten, fällt hiernach zusammen mit der Frage, wie die Längsfasern der weissen Substanz entstehen. Nach meinen Erfahrungen und Anschauungen sind die Längsfasern in directem Zusammenhang mit den Nervenzellen der grauen Substanz. —

Ich habe oben gesagt, dass die eintretende Wurzel in horizontaler Richtung nach hinten und vorn sich verfolgen lasse; dazu muss hinzugefügt werden, dass mitunter, z. B. bei Haien, einzelne Bündel von der Wurzel sich ablösend, senkrecht durch das Oberhorn hinabsteigen und in der Tiefe verschwinden. Darüber geben am ehesten passende senkrechte Längsschnitte (Sagittalschnitte) Auskunft.

Fasse ich das in Betreff der oberen Wurzeln Gesagte zusammen, so ergiebt sich: jede obere Wurzel, nachdem sie durch die weisse Substanz bis zum Oberhorn gezogen, theilt sich in eine Anzahl Bündel, von denen der grösste Theil in horizontaler Richtung nach vorn und nach hinten, der kleinste Theil in senkrechter Richtung in das Oberhorn hinabsteigt. Gerlach (Ueber das Rückenmark, Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben p. 683) hat die Vermuthung ausgesprochen, dass die hintern (obern) Wurzeln der Säugethiere nicht direct von den Nervenzellen, sondern durch Vermittelung eines feinen in der grauen Substanz befindlichen Netzes aus Nervenzellfortsätzen entspringen sollen. — Das Verhalten der oberen Wurzeln bei Haien und Rochen scheint mir nicht diese Vermuthung zu unterstüzen, doch bleibe eine sichere Entscheidung einer anderen Untersuchungsreihe vorbehalten. —

Erklärung der Abbildungen Taf. XXV.

Die Figuren sind alle bei 80facher Vergrösserung gezeichnet, die Buchstaben haben überall gleiche Bedeutung.

Fig. 1 Querschnitt aus dem Rückenmark eines Hai's (Carcharias glaucus).
Fig. 2 Querschnitt aus dem Rückenmark eines Rochen (Torpedo Narke).
Fig. 3 Querschnitt aus dem Rückenmark eines Rochen (Raja clavata).

In den Figuren 1—3 sind nur die graue Substanz, die Wurzeln und die Commissuren gezeichnet worden; die querdurchschnittenen Nervenfasern der weissen Substanz sind nicht gezeichnet, weil dadurch der Unterschied zwischen grauer und weisser Substanz sich verwischt hätte.

Fig. 4 Horizontaler Längsschnitt aus dem Rückenmark eines Rochen (Raja clavata). Es ist nur die weisse Substanz gezeichnet worden, die graue nicht.

a	Obere Wurzel,
b	untere Wurzel,
c	oberes Horn,
d	unteres Horn,
e	Centralkanal,
f	Commissura transversa (accessoria),
g	Kreuzung von Nervenfasern,
h	nach hinten gerichtete Wurzelbündel,
i	nach vorn gerichtete Wurzelbündel einer oberen Wurzel,
k	Längsfasern des Rückenmarks,
l	durchschnittener bindegewebiger Fortsatz der Pia mater im Sulcus longitudinalis superior.

Ueber die Deutung der einzelnen Theile des Fischgehirns.

Von

Dr. Ludwig Stieda,
Prosector und ausserordentlicher Professor in Dorpat.

Die Deutung der einzelnen Abschnitte des Fischgehirns hat die Anatomen vielfach beschäftigt und die dabei zu Tage geförderten Ansichten sind sehr mannigfaltig gewesen. Bis vor kurzem erfreute sich einer allgemeinen Anerkennung diejenige insbesondere durch die Resultate der Entwickelungsgeschichte begründete Ansicht, nach welcher der mittlere hohle Abschnitt des Hirn (Lobi optici autorum) dem Mittelhirn Baer's oder den Vierhügeln der Menschen und Säugethiere gleichgesetzt wurde. Im Anschluss hieran fasste man den dahinter liegenden Abschnitt als das Cerebellum, den davor liegenden Theil als die Gegend des dritten Ventrikels (Thalami optici, Lobus ventriculi tertii).

Durch die Resultate von mikroskopischen Untersuchungen, welche ich an Gehirnen einiger Knochenfische vornahm (diese Zeitschrift Bd. XVIII 1868), konnte jene Deutung durchaus gestützt werden; ich konnte nachweisen, dass auch in ihrem feineren Bau, in der Anordnung der Nervenzellen und Nervenfasern die mit einander verglichenen Hirntheile zu einander passten.

Man hätte nun wohl annehmen dürfen, dass in Folge der Uebereinstimmung der Resultate der Entwickelungsgeschichte und der mikroskopischen Anatomie jene oben angeführte Deutung als eine festbegründete anzusehen sei.

Allein seither haben sich einzelne Stimmen gegen die bisherige Deutung vernehmen lassen.

Zuerst erhob Miklucho-Maklay sich in einer vorläufigen Mittheilung (Beitrag zur vergleichenden Anatomie des Gehirns in der Jenaischen Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft Bd. IV 1868 p. 553) gegen die alte Deutung; er gab eine völlig abweichende Erklärung, welche darin ihren Höhepunct erreicht, dass der bisher für das Cerebellum oder Hinterhirn gehaltene Hirntheil gleichzusetzen sei dem Mittelhirn oder den Vierhügeln. Miklucho-Maklay behauptete dies für das Gehirn der Knochenfische und der Knorpelfische in völlig gleicher Weise.

Gegenüber dieser ersten vorläufigen Mittheilung Miklucho-Maklay's versuchte ich in Betreff des Gehirns der Knochenfische die alte Deutung festzuhalten, indem ich auf die Irrthümer der neuen hinwies (cf. diese Zeitschrift Bd. XX 1870). In Betreff des Gehirns der Knorpelfische (Haie und Rochen) hielt ich mich damals nicht berufen ein Urtheil abzugeben, weil eigene Untersuchungen mir fehlten.

In einer nachfolgenden grösseren Abhandlung (Beiträge zur vergleichenden Neurologie der Wirbelthiere Leipzig 1870) hat Miklucho-Maklay seine Ansichten ausführlicher dargelegt. Ich hatte geglaubt, er würde hier die Resultate der mikroskopischen Untersuchung, welche mit seinen Ansichten nicht stimmen, zu widerlegen versuchen. Allein dies geschieht nicht: wie es scheint deshalb, weil Miklucho-Maklay der mikroskopischen Untersuchung nicht den ihr zukommenden Werth lässt. Ich schliesse dies aus einer Bemerkung Miklucho-Maklay's: Bei der Beschreibung der weissen und grauen Substanz im Gehirn der Selachier, welche nach Untersuchungen mit unbewaffnetem Auge und mit der Loupe gemacht sind, heisst es (l. c. pag. 43): »Die vorliegende Arbeit »soll vielmehr als Grundlage für die künftigen mikroskopischen Studien dienen, da dieselben nur nach der »Sicherstellung der Homologa einen Werth haben können«. Es ist dies ganz entschieden ein falscher Standpunct; das Mikroskop ist doch nichts weiter als ein Hülfsmittel der anatomischen Untersuchung; sobald das unbewaffnete Auge nicht mehr ausreicht, wird das Mikroskop als Hülfe herangezogen — warum sollen die durch das Mikroskop ermittelten Resultate nicht in gleicher Weise verwerthet werden können, als die durch einfache Zerlegung (Anatomie) erhaltenen?

Da Miklucho-Maklay in der citirten grösseren Abhandlung der Streitfrage keine neuen Gesichtspuncte öffnet, und ich bereits früher ihm gegenüber meine Ansichten dargelegt habe, so hätte ich eigentlich keinen Grund noch einmal auf die bestehende Differenz zurückzukommen. Allein mittlerweile hat sich die Sachlage geändert.

Einmal nämlich hat Gegenbaur in der zweiten Auflage seiner »Grundzüge der vergleichenden Anatomie« die Resultate der Deutung Miklucho-Maklay's acceptirt und ist mit Entschiedenheit von der alten zur neuen Deutung übergegangen. — Ferner habe ich unterdess Gelegenheit gehabt, selbst anatomische Untersuchungen am Gehirn der Rochen und der Haie anzustellen und dadurch auch in Betreff einiger Knorpelfische mir eine eigene Ansicht zu bilden. —

Die Aufnahme der flüchtig und schwach begründeten und bereits einmal angegriffenen Ansicht Miklucho-Maklay's in ein so weit verbreitetes Handbuch ist eine Herausforderung für jeden Anatomen, welcher anderer Ansicht ist. Wenn ich erst jetzt für die alte Deutung der Theile des Fischgehirns eintrete, so geschieht es, weil ich bisher abwartete, ob nicht vielleicht ein anderer Autor für die Rechte der älteren Auffassung das Wort ergreifen würde. Einen kurzen Protest gegen die Ansicht Gegenbaur's habe ich bereits vor zwei Jahren in den Schriften der k. Academie zu Neapel veröffentlicht (Notizie preliminari sul cervello e sul midullo spinale delle Raje e degli Squali). —

Es liegt nicht in meiner Absicht, hier eine ausführliche Beschreibung der Theile des Hirns der Knorpelfische zu liefern, wie ich früher eine der Knochenfische gegeben habe; vielleicht dass ich später dies erfüllen kann. —

Hinsichtlich der von der früher abweichenden Deutung Gegenbaur's halte ich mich an die von dem genannten Autor gelieferte Darstellung (l. c. pag. 724). Ich halte es für überflüssig meiner kleinen Mittheilung hier Abbildungen beizufügen, weil ich annehmen darf, dass allen denjenigen Forschern, welche der in Rede stehenden Frage ihre Theilnahme zollen, die betreffenden Thatsachen völlig geläufig sind.

Gegenbaur beginnt mit der Bemerkung (l. c. § 211 pag. 724 ff.), dass das Gehirn der Cyclostomen und unter diesen das der Myxinoiden die niedrigste Form darbiete. Das Vorderhirn bilde bei einigen Fischen einen besonderen Abschnitt, von dem die Riechnerven abgehen, bei andern sei derselbe nicht vorhanden; bei den Selachiern sei das Vorderhirn besonders entfaltet. Das Zwischenhirn (Gegenbaur verweist dabei auf denjenigen Theil, welchen man sonst Lobi optici nennt Fig. 237 *d*) zeichne sich durch seitliche Protuberanzen aus. »Bei den Selachiern »deutlich vom Mittelhirn getrennt, ist es bei vielen Teleostiern mit die»sem verbunden, und zugleich entwickelt sich schon bei ersteren eine »auch noch bei den Ganoiden fortbestehende, den primitiven Gehirn»schlitz tragende Verbindung mit dem Vorderhirn zu einem oft ansehn»lich in die Länge gezogenen Abschnitt. Dadurch erscheint »dieser Abschnitt mehr als eine Längs-Commissur«. — — »Er entspricht »den Lobi ventriculi tertii Joh. Müller's«. Das Mittelhirn bei den Myxinoiden und Petromyzonten wenig entwickelt, stelle bei Selachiern einen bedeutend sich erhebenden Theil dar, welcher entweder unpaar oder paarig die vor und hinter ihm liegenden Hirntheile decke. »Eine »verhältnissmässige bedeutende Grösse erreicht das Mittelhirn bei den »Teleostiern, so man es für das Cerebellum gehalten hat«. »Unansehnlicher und fast immer nur eine schmale hintere und unter »dem Mittelhirn liegende Lamelle bildend, stellt sich das Hinterhirn »(Cerebellum) dar, welches bei keinem Fische eine an seine »höheren Zustände erinnernde Differenzirung eingeht«. Der letzte Hirnabschnitt, das Nachhirn (Medulla oblongata), sei durch beträchtliche Breite vom Rückenmark unterscheidbar. »Häufig wird auch »dieser Theil vom Mittelhirn bedeckt«.

Recapitulire ich kurz das Wesentliche dieser Beschreibung, so ergiebt sich folgendes:

Den ersten Abschnitt im Gehirn der Fische bezeichnet Gegenbaur wie die anderen Autoren als Vorderhirn.

Den darauf folgenden Theil, welcher bei den meisten Knochenfischen von den Lobi optici bedeckt ist (z. B. Esox Lusius) bei anderen Knochenfischen (Polypterus bichir) und bei Knorpelfischen aber frei und unbedeckt ist, welchen Baer als Zwischenhirn, Joh. Müller als Lobus ventriculi tertii auffasst, nennt Gegenbaur »eine Längscommissur — eine Verbindung mit dem Vorderhirn.

Den dritten Abschnitt des Hirns, das Mittelhirn nach Baer, die Lobi optici der Autoren benennt Gegenbaur als Zwischenhirn.

Den vierten Abschnitt (Hinterhirn Baer's, Cerebellum der Autoren) nennt Gegenbaur das Mittelhirn, während er als Hinterhirn eine kleine, hinter und unter dem Mittelhirn liegende Lamelle beschreibt.

Den fünften Abschnitt (Nachhirn Baer's) deutet Gegenbaur in gleicher Weise wie die andern Autoren als Medulla oblongata. —

Ich muss hier auf etwas beiläufig aufmerksam machen: Während Gegenbaur in der mitgetheilten Deutung und Auffassung der Hirntheile im Text durchweg consequent ist, findet sich in der Fig. 238 und der dazu gehörigen Erklärung eine kleine Inconsequenz. Hier nämlich ist die Benennung der Hirntheile genau und in völliger Uebereinstimmung mit der alten, von mir festgehaltenen Deutung gegeben. Liegt hier vielleicht nur ein Druckfehler vor?

Ich stelle nochmals die widersprechenden Benennungen zusammen:

Baer	Gegenbaur (Miklucho-Maklay)	
1. Vorderhirn	1. Vorderhirn	1. Hemisphäre
2. Zwischenhirn	—	2. Thalami optici
3. Mittelhirn	2. Zwischenhirn	3. Corpora quadrigemina
4. Hinterhirn	3. Mittelhirn	4. Cerebellum
	4. Hinterhirn	
5. Nachhirn	5. Nachhirn	5. Medulla oblongata.

Frage ich nun nach der Begründung der Miklucho-Gegenbaur'schen Auffassung, so darf man von einem kurzen Handbuche, wie das Gegenbaur'sche ist, eine solche nicht verlangen. Wohl aber wäre eine solche Forderung zu erfüllen gewesen in der ausführlichen, diesem Gegenstande gewidmeten Abhandlung Miklucho-Maklay's. Allein Beweise oder Gründe gegen die alte und für die neue Deutung führt Miklucho nicht an, sondern giebt nur die fertige Beschreibung. Es kann sich also für mich hier nicht darum handeln, die Unhaltbarkeit der Gründe und Motive darzuthun, welche Miklucho vorführte, sondern ich muss kurz die Irrthümer der Miklucho'schen Deutung aufdecken und auf die Widersprüche hinweisen, in welchen sie zu andern Thatsachen steht. —

Unter der Voraussetzung, welche kaum angefochten werden wird, dass das Gehirn bei allen Wirbelthieren nach einem Typus gebaut ist, und dass dem entsprechend auch der Ursprung der Hirnnerven bei allen Wirbelthieren typisch sei, mache ich auf Folgendes aufmerksam:

1. Der Sehnerv, welcher bei Amphibien und bei Vögeln ganz entschieden vom Mittelhirn oder den Vierhügeln entspringt (darnach hat man ja diese Theile Lobi optici benannt), würde nach Gegenbaur und Miklucho jetzt bei Fischen vom Zwischenhirn seinen Ursprung hernehmen; während bei der alten Deutung sich der Ursprung der Sehnerven vom Mittelhirn bei Fischen ebenso verhält, wie bei andern Wirbelthieren.

2. Der N. trochlearis entspringt bei Säugern, Vögeln, Amphibien und Reptilien in völlig gleicher Weise genau an der (obern) Grenze zwischen Mittelhirn (Vierhügel) und Hinterhirn (Cerebellum). Nach der alten Deutung würde bei allen Fischen der Ursprung des N. trochlearis sich genau ebenso darstellen: nach Miklucho und Gegenbaur dagegen würde der N. trochlearis zwischen Zwischenhirn und Mittelhirn entstehen. Es müsste demnach ein auffallender Unterschied angenommen werden zwischen den Fischen und allen andern Wirbelthieren: wäh-

rend bei diesen der N. trochlearis hinter dem Mittelhirn hervortritt, würde er bei den Fischen vor dem Mittelhirn erscheinen.

Diesen Umstand, den Ursprung der Hirnnerven, speciell des N. trochlearis hat Miklucho viel zu wenig berücksichtigt; in seiner ganzen ausführlichen Abhandlung ist kaum von den Hirnnerven die Rede. Gegenbaur geht über diesen Punct ziemlich kurz hinweg (l. c. p. 739 und 740); von einem Widerspruch oder Unterschied im Ursprung der Hirnnerven bei verschiedenen Wirbelthieren wird nicht gesprochen. —

3. Nach der Anschauung Gegenbaur's und Miklucho's würde sich ferner ein auffallender Unterschied ergeben zwischen dem Gehirn der Fische und der nahestehenden Amphibien und Reptilien. Das Zwischenhirn der Amphibien (cf. Gegenbaur Fig. 239 auf pag. 728) ist ein kleiner, nach oben offener, zwischen Vorderhirn und Lobi optici eingekeilter Abschnitt, das Zwischenhirn der Fische nach Gegenbaur ein grosser, oft paariger, stets geschlossener Abschnitt; — Dem kleinen und grössern Hirnabschnitt der Fische, welcher sich genau wie das Zwischenhirn der Amphibien ausnimmt, giebt Gegenbaur nur die Bedeutung einer Commissur: die einander gleichen und auch gleich benannten hinten liegenden Hirntheile (Lobi optici) sollen bei den Fischen Zwischenhirn, bei den Fröschen z. B. Mittelhirn sein. — Nach der älteren Auffassung ist der Typus bei Fischen und Amphibien in Bezug auf das Gehirn durchaus in gleicher Weise nachweisbar. — Dasselbe gilt auch für das Gehirn der übrigen Wirbelthiere. —

4. Auch die Zirbeldrüse (glandula pinealis) würde sich bei Annahme der Gegenbaur'schen Deutung bei den Fischen ganz anders verhalten als bei allen andern Wirbelthieren. Während die an ihren Stielen hängende kleine Zirbel bei der letzteren sich vom Zwischenhirn auf die Lobi optici (Mittelhirn Baer's) hinüberlegt, würde sie nach Gegenbaur bei den Fischen das Mittelhirn gar nicht erreichen, indem sie vor dem Zwischenhirn entspringt und auf dieses selbst sich auflagert. —

— — Dass auch in Hinsicht des feineren Baues sich eben solche Abweichungen vom allgemeinen Typus des Gehirnbaues bei den Fischen ergeben würden, wenn die Gegenbaur-Miklucho'sche Ansicht die richtige wäre, berühre ich hier nicht; — Nur auf eines lenke ich die Autoren: bei allen Wirbelthieren (auch bei Haien und Rochen) zeigt das Cerebellum (Hinterhirn) in der Anordnung der Elementartheile (Nervenzellen und Nervenfasern) die grösste Uebereinstimmung (vergl. Reichert's Archiv Jahrgang 1864 Fig. 407); nach Gegenbaur und Miklucho würde das Mittelhirn bei Fischen denselben Bau haben, wie das Hinterhirn der übrigen Wirbelthiere.

Wenn ich aber nun zum Schlusse frage, wodurch **Miklucho** verführt worden ist das eigentliche Zwischenhirn zu übersehen oder zu unterschätzen und dem zu Folge das anstossende Mittelhirn für das Zwischenhirn zu erklären, so glaube ich die Antwort darauf in Folgendem gefunden zu haben.

Miklucho-Maklay giebt auf der Taf. VI seiner oben citirten grösseren Abhandlung in Fig. 2 die Abbildung des Längsschnittes eines embryonalen Säugethierhirns und in der Fig. 1 die Abbildung des Längsschnittes eines Fischgehirns (Heptanchus) wobei die nach seiner Auffassung homologen Hirntheile mit gleicher Farbe angedeutet sind. Es ist nun nicht zu leugnen, dass beide Längsschnitte auf den ersten flüchtigen Anblick entschieden Aehnlichkeit haben — und diese Aehnlichkeit, welche sich bei genauerer Betrachtung bedeutend reducirt, hat **Miklucho** irre geleitet oder verführt: anders kann ich mich nicht ausdrücken. —

Die Deutung der einzelnen Theile des embryonalen Säugethierhirns ist vollkommen richtig: die kleine violett gezeichnete Erhabenheit welche hinten sichtbar ist, ist das noch unentwickelte Cerebellum oder Hinterhirn (vergl. **Kölliker**'s Entwicklungsgeschichte pag. 243), der darauf folgende stark gewölbte Abschnitt das sehr bedeutend entwickelte Mittelhirn (Vierhügel). — Die Deutung der einzelnen Theile des Fischgehirns ist falsch: **Miklucho** fasst in seiner Fig. 1 wegen der Aehnlichkeit der kleinen violetten Höcker als Hinterhirn und den davorliegenden gewölbten Theil als Mittelhirn — und das ist falsch. Die blosse äussere Aehnlichkeit ist noch kein Grund zur Homologie. Der kleine violette Höcker und der davorliegende gewölbte Theil repräsentiren zusammen das bei Fischen überaus entwickelte und »differenzirte« Hinterhirn oder Cerebellum. Dass die in beiden Figuren von **Miklucho-Maklay** roth gezeichneten Hirnabschnitte nicht gleich sind, zeigt ein Blick auf die Hirnbasis, welche letztere die characteristische winkelige Krümmung aufweist. Der Winkel der Krümmung ist nach unten, der Scheitel nach oben gerichtet: bei dem embryonalen Säugethierhirn weist der Scheitel zu der richtig als Mittelhirn (Vierhügelblase) gedeuteten Wölbung. Unbedingt muss nun auch in consequenter Weise im Fischgehirn diejenige Wölbung, zu welcher der Scheitel sich richtet, ebenfalls als Mittelhirn (Vierhügel — Lobus opticus) aufgefasst werden. Das thut aber **Miklucho** nicht, derselbe fasst die dahinterliegende Wölbung als Mittelhirn und die dem Scheitel sich zukehrende Blase als Zwischenhirn. **Miklucho** hat offenbar der

Knickung der Hirnbasis in ihrer Constanz zu wenig Bedeutung, der äusseren Aehnlichkeit zu viel Bedeutung geschenkt. —

Miklucho-Maklay kommt zu demjenigen Resultat, in welchem ihm Gegenbaur beistimmt, dass das Hinterhirn (Cerebellum) der Fische keine an den höhern Zustand erinnernde Differenzirung darbiete. Miklucho findet (l. c. pag. 5) bei den Selachiern z. B. die Grundform des embryonalen Gehirnes der Wirbelthiere wieder, d. h. diejenige Form, oder diejenige Stufe der Entwicklung, auf welcher sich das zufällig von ihm gewählte embryonale Säugethierhirn befand. —

Das Fischgehirn, insbesondere das Gehirn der Selachier, befindet sich keineswegs auf dieser niedern Stufe der Entwicklung; im Gegentheil ist gerade das Hinterhirn (Cerebellum) sehr bedeutend entwickelt — viel mehr als bei den Amphibien. —

— Ich hoffe zum Schluss, dass von dem Gegenbaur'schen Handbuch bald eine neue Auflage erscheinen und dass der Autor darin zu der in der ersten Auflage niedergelegten Anschauung in Betreff der Deutung der einzelnen Theile des Fischgehirns zurückkehren werde. —

Zur Entwicklung von Bufo cinereus.

Von

Dr. Guglielmo Romiti aus Livorno.

Fig. I und II auf Tafel XXV.

Bei Gelegenheit der embryologischen Studien, welche ich unter der Leitung des Herrn Professor Stricker angestellt habe, ist es mir gelungen aus Eiern von Bufo cinereus eine Reihe von Durchschnitten zu verfertigen, welche die ersten Entwicklungsstufen dieser Thiere ziemlich genau überblicken lassen. Ich bin in Folge dessen in der Lage zur Klärung einiger auf diesem Gebiete noch unentschiedener Fragen Manches beitragen zu können. Die erste Frage bezieht sich auf die Verschiebung der Zellen innerhalb des Eies. Stricker hat [1]) nämlich gefunden, dass die Zellen, welche an abgefurchten, und mit Baer'scher Höhle versehenen Eiern in dem mittleren Theile der unteren soliden Eihälfte liegen, in einer gewissen Circumferenz an die innere Fläche der oberen ausgehöhlten Eihälfte gelangen, um sich dort fest anzulagern und an der Bildung der Keimblätter zu betheiligen. Nun gab Stricker später an, dass diese Lageveränderung der Zellen auf ihre Eigenschaft, sich selbständig zu bewegen, zurückzuführen sei. Golubew hingegen [2]) behauptet, die Zellen wanderten nicht selbständig, sondern sie würden passiv vorgeschoben durch die Volumszunahme, welche in der Theilung der Zellen begründet ist.

Es scheint mir, dass sich diese Frage nur auf Umwegen entscheiden lasse. Direct kann man nämlich den Act der Verschiebung nicht beobachten, da das lebende Ei nicht durchsichtig ist. Man kann daher nur die topographischen Verhältnisse des gehärteten Eies zu Rathe ziehen. Die Abbildung (Taf. XXV Fig. I), welche ich nach einem Durchschnitte, so treu wie möglich, entworfen habe, mag dieses Verhältniss erläutern. Die Lage des Schnittes entspricht einem Meridian des in seiner natürlichen Lage im Wasser schwimmenden Eies. Man sieht, dass die grösseren, die untere Eihälfte füllenden Zellen an einer Seite *R* (Rückenhälfte, Stricker's) in die Höhe reichen, um die Decke der Furchungshöhle, welche sonst nur aus zwei Schichten besteht, (*H*, *N*) zu verdicken. Um diese Zellen nun handelt es sich. Es ist hier nur ein Entwicklungsstadium abgebildet, und es werden sich diejenigen, welche den ganzen Vorgang nicht mehr vor Augen haben, durch die Abbildungen 400 und 401 in Stricker's Handbuch der Gewebelehre leicht orientiren können. Meine Abbildung zeigt nun, dass die innerste Grenze der nach aufwärts reichenden Masse aus grossen Zellen gebildet ist (*c*, *c'*), dass ferner die kleinsten Zellen in dem äusseren Theile derselben Masse gefunden werden (*a*).

---

[1]) diese Zeitschrift Bd. XI.

[2]) Rollett, Untersuchungen 1870.

So bleiben auch die Verhältnisse während der ganzen Entwicklungsperiode dieser heranstrebenden Zellenmasse, während sie nämlich von der einen Seite (bei *a*) der Decke entlang bis auf die andere Seite (bei *H*) hinübergreift.

Immer sind grössere Zellen an der inneren Fläche und kleinere an der Anlagerungsstelle, mit Ausnahme der äussersten Spitze, die nur aus grossen Zellen besteht.

Die kleineren Zellen an der Anlagerungsstelle bilden sich bald zu der Anlage der inneren Blätter um und legen sich als solche fest an die äusseren zwei Blätter an. Die kleineren Zellen, welche einmal als feste Schicht angelagert sind, gehen die weiteren Metamorphosen zu Blättern ein, während die grösseren Zellen an der inneren Fläche und am freien Rande (bei *c'*) noch kein bestimmtes Gefüge haben. Wenn also von einer Verschiebung der Zellen die Rede ist, so kann sich das nur auf die letztgenannten Zellen beziehen, da die äusseren kleineren Zellen, wie gesagt, als Blätter oder embryonale Schichten an dem Orte haften, wo sie als kleinere Zellen einmal angelagert wurden. Es kann in Folge dessen nicht daran gedacht werden, dass die ganze Anlagerungsmasse gleichmässig von unten nach oben passiv verschoben werde. Es kann die Verschiebung vielmehr nur so gedacht werden, dass grössere Zellen vom Boden, der inneren Fläche der Anlagerungsmasse entlang, nach aufwärts gelangen. Wenn man diese Verhältnisse in Betracht zieht, wird es wahrscheinlicher, dass sich diese innerste Zellenlage durch active Bewegungen vorwärts schiebt, als dass sie durch eine von unten und mitten im Lager grosser Zellen erfolgende Volumszunahme gestossen werde. Selbstverständlich basiren aber beide Annahmen nur auf Vermuthungen, und es kann sich möglicherweise nachträglich herausstellen, dass keine von beiden Vermuthungen richtig oder allein richtig ist.

Die zweite Frage betrifft die Bildung und Verkleinerung des Dotterpfropfes. Golubew behauptet, dass der aus grösseren Zellen bestehende Pfropf dadurch verkleinert werde, dass die grösseren Zellen in der Peripherie des Pfropfes sich theilen und an die benachbarten kleineren Zellen der Umgebung des Pfropfes herantreten. Ich muss dieser Behauptung auf das Bestimmteste widersprechen. Zwischen den grossen Zellen des Pfropfes und den kleineren Zellen seiner Umgebung bildet sich die bekannte kreisförmige Spalte (die Furche Rusconi's). Nach der Annahme von Golubew müsste diese Spalte derart veränderlich sein, dass sie, so oft eine periphere Zellenlage des Pfropfes in kleinere Zellen zertheilt wird, ihre Lage verschiebe, um eben immer die kleineren von den grösseren Zellen abzuspalten.

Die Rusconi'sche Furche wird im Laufe ihrer Entwicklung allerdings kleiner, aber sie ändert ihre Lage in dem angedeuteten Sinne sicherlich nicht; sie bleibt ein für alle Mal dieselbe Furche, als welche sie entstanden ist. Ihre Verkleinerung kann daher nur so gedacht werden, dass der kreisförmige Wulst, der sie von Aussen begrenzt, enger wird. Für diese Auffassung sprechen erstens die nicht zweideutigen Durchschnitte, und zweitens der Umstand, dass der weisse Dotterpfropf in dem ringförmigen Wulste des frischen Eies so locker eingeschaltet ist, dass er zuweilen an kranken Eiern als Hernia prolabirt, wie das schon Rusconi abgebildet hat, und dass man diesen Prolapsus mit einer Knopfsonde reponiren kann. In Fig. II habe ich einen Durchschnitt naturgetreu abgebildet, in welchem der Pfropf (*D*) zwischen den Wülsten so distinct wie möglich abgesondert liegt. Hier geht die äussere zellige Begrenzung unmittelbar durch den Canal in die innere zellige Begrenzung der Nahrungshöhle über. In einem etwas späteren Stadium nähern sich die Wülste noch mehr, der Pfropf wird noch dünner und reisst endlich derart von der inneren Zellenmasse ab, dass die Remak'sche Afterhöhle (*A*) mit der Nahrungs- oder Rusconi's-Höhle (*N*) communicirt. Eine ähnliche Communication ist auf meinem Durchschnitte zufällig entstanden, und ich habe sie daher bei *l* abgebildet.

Golubew behauptet ferner, dass die Nahrungshöhle nicht aus der Rusconi'schen Furche hervorgehe, sondern dass diese Furche wieder verschwinde, und dass die Nahrungshöhle selbständig durch Risse und Spalten zwischen den Zellen gebildet werde. Ich kann gleichfalls nicht behaupten, dass sich die Rusconi'sche Furche unmittelbar nach ihrem Entstehen in ihrer ganzen Ausdehnung zu einer Höhle umgestalte. Die Wände der Spalte liegen vielmehr in grosser Ausdehnung so nahe bei einander, dass man von der Anwesenheit einer Höhle gar nicht sprechen kann. Deswegen ist aber die Spalte nicht verwischt. Die sie begrenzenden Wände sind auf Durchschnitten scharf gezeichnet, und man kann ihrer Spur mit Leichtigkeit folgen. Man kann daher nicht behaupten, dass die RUSCONI'sche Spalte nach ihrer Entstehung wieder verschwinde, weil für den anatomischen Begriff einer Höhle der Nachweis bestimmter Grenzflächen hinreichend ist. Sehr viele Höhlen des ausgewachsenen Thierleibes sind eben nur in diesem Sinne vorhanden, und dennoch wird es Niemandem beifallen zu behaupten, dass diese Höhlen verschwinden, weil ihre Wände sich bis zur Berührung genähert haben. So wie ich in dem vorigen Abschnitte aufrecht erhalten habe, dass die Furche zwischen dem Dotterpfropfe und dem sie umgebenden Wulste ein für alle Mal und bis zum gänzlichen Schwinden des Pfropfes dieselbe bleibt, so muss ich ferner aufrecht erhalten, dass sich von dieser ursprünglichen, halbkreisförmigen Furche gleich von vorn herein direct eine mantelförmige Spalte ausbildet und dass diese Spalte unmittelbar zur Nahrungshöhle wird. So lange sich die mantelförmige Spalte noch innerhalb der soliden unteren Eihälfte bewegt, berühren sich die beiden Mantelflächen, und es mag sein, dass man sie bei nicht zweckmässiger Behandlung auf Durchschnitten nicht finden kann. Sowie aber die Spalte, die in die obere Eihälfte hineinragende Zellenmasse (Fig. I *c*, *c'*) ergreift, fängt sie an, sich zu erweitern. Und dann greift die Erweiterung bis an den Pfropf heran, wie ich das in Fig. II abgebildet habe.

Zum Schlusse habe ich noch einige Bemerkungen über die von einander divergirenden Darstellungen, welche einerseits STRICKER, andererseits v. BAMBECKE[1]) gemacht haben. Der letztgenannte Autor behauptet nämlich, dass die Decke der Furchungshöhle (Fig. I *A*) nicht nur aus den von STRICKER beschriebenen zwei Lagen bestehe, sondern dass er an ihrer inneren Fläche noch eine Schicht grosser Zellen (cellules vitellines) gefunden habe. Diese Zellen sollten sich mit denjenigen des äusseren Blattes verbinden, um das eigentliche embryonale Blatt zu bilden. Ich will hier die Worte des Autors aufführen, weil die Uebersetzung zu Missverständnissen Anlass geben könnte.

»Il résulte de l'incurvation que je viens de décrire, qu' à l'endroit de l'équateur les cellules réfléchies du feuillet externe se confondent avec les cellules vitellines qui tapissent la voûte de la cavité de la segmentation; on voit alors ces dernières se modifier de proche en proche et revêtir les mêmes caractères que celles de la portion moyenne du feuillet

---

1) Recherches sur le developpement du Pélobate. Mémoire de l'academie de Belgique 1868.

externe lui même. Le feuillet complet qui en résulte a donc une origine differente dans les deux hemisphères differentes.

Meine Durchschnitte zwingen hingegen zu der Annahme, dass eine Verschiebung von grossen Zellen des Bodens der Furchungshöhle das sind, die »cellules vitellines« nach Bambecke und eine Verbindung derselben mit den äusseren Lagen, entsprechend der Decke der Furchungshöhle, nur in dem Sinne stattfindet, wie ich dieselbe schon vorher geschildert habe; das ist, dass die Zellen des Bodens nach aufwärts streben, dass sich die Rusconi'sche mantelförmige Spalte in ihre Masse hinein erstreckt, und demgemäss die genannten Zellen die Anlage bilden für das motorische Blatt (Remak) und das Drüsenblatt.

In der Abbildung (Fig. II) sind noch die räumlichen Verhältnisse der Embryonalschichten einer Erwägung werth. Die Abbildung entspricht einem meridionalen Schnitte. Man sieht zuweilen die äusserste Zellenlage (Umhüllungshaut Reichert's, Hornschicht Stricker's) das ganze Ei umfassen, bis auf die Stelle, an welcher der Pfropf steht (*D*). Die zweite Schicht, die Nervenschicht Stricker's, ist bei *C* verdickt; es ist die Anlage für das grosse Gehirn. Von da aus wird die Schicht wieder dünner und umfasst das ganze Ei bis auf den verdickten Wulst (*B*, *R*), wo alle Schichten miteinander zusammenkommen und an der Bildung des Wulstes sich betheiligen. Die beiden inneren Lagen sind nicht in der ganzen Circumferenz des Eies ausgeprägt. Da, wo ein Rest der Baer'schen Höhle liegt, ist derselbe noch von ungleich grossen Zellen umgeben, die ohne gegenseitige Abgrenzung bis an die Nervenschicht reichen. Man kann sagen, dass hier das vereinigte motorische und Drüsenblatt in die Nahrungshöhle hineinreichen.

Wien, Juni 1872.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. I. Durchschnitt durch ein Ei von Bufo cinereus 50 Mal vergrössert.

Ba Baer'sche oder Furchungshöhle.

H' Hornschicht. *N* Nervenschicht. Beide zusammen bilden die Decke der Furchungshöhle.

A und *B* sind die kleinzelligen Grenzen des grosszelligen Pfropfes *P*.

R bezeichnet auch die Rückenhälfte, *B* die Bauchhälfte des Thieres (auf die spätere Entwicklung bezogen).

Sp ist die Verlängerung der Rusconi'chen Furche.

a, *c* und *c'* sind die in die Höhe reichenden Zellen.

Fig. II. Späteres Entwicklungs-Stadium. Das Ei gegen früher um 90° gedreht.

Ba, B, R, P	wie in Fig. I.
N	Nahrungshöhle.
D	Darmdrüsenblatt.
M	Motorisches Blatt.
Ns	Anlage des Gehirns als Verdickung der Nervenschicht.
H	Hornschicht.
A	Afterhöhle (Remak).
l	Ein zufälliger Riss durch welchen Nahrungs- und Afterhöhle näherungsweise so verbunden werden, wie es später von Natur aus der Fall ist.

Notiz zur Anatomie des Amphibienherzens

von

Dr. Paul Langerhans
Prosector und Privatdocent zu Freiburg i/B.

Fig. III auf Tafel XXV.

Die Scheidewand der Vorhöfe des Herzens ist bekanntlich bei den meisten Perennibranchiaten [1] eine unvollständige; in Betreff der übrigen Abtheilungen der Amphibien melden jedoch die besten Handbücher [2] wie die neuesten Specialuntersuchungen [3], dass das Septum stets ein vollständiges sei. Nur beim Frosch hat Fritsch [4] gelegentlich einen Defect in der Richtung beobachtet, dass die Scheidewand nicht ganz das ostium atrioventriculare erreicht, und beim Riesensalamander [5] hat Hyrtl dasselbe constatirt. Ausserdem bemerkt er, das sehr zarte Septum atriorum dieses Thieres erscheine zwar dem unbewaffneten Auge siebförmig durchlöchert, aber mit Hülfe einer Loupe erkenne man, dass dem nicht so sei. Allerdings kämen einige feine Löcher in ihm vor, von denen eines, nahe dem vorderen Rande gelegen, sich durch Grösse auszeichne: aber er wage nicht zu entscheiden, ob dieselben natürliche oder künstliche seien.

Ich finde nun beim Landsalamander die Vorhofsscheidewand ausnahmslos in der Weise durchlöchert, dass die oberen zwei Drittheile derselben einen exquisit areolären Bau darbieten, ganz in der Weise wie das grosse Netz vieler Säuger. Die Abbildung zeigt bei schwacher

---

[1] Stannius, Amphibien pag. 216. Die Specialliteratur war mir leider nicht zugänglich.

[2] Gegenbaur, Vergl. Anatomie 2. Aufl. pag. 831.

[3] Gustav Fritsch, Zur vergleichenden Anatomie des Amphibienherzens. Müller's Archiv 1869 pag. 730.

[4] l. c. pag. 729.

[5] Cryptobranchus japonicus. Wien 1865 pag. 93.

Vergrösserung einen Theil dieser oberen Hälfte; man erkennt deutlich die Löcher in ihr und sieht, dass die überaus fein verästelten Muskelbündel nicht bis an die Grenze derselben herantreten, sondern überall noch durch eine schmale Zone hellen Bindegewebes vom freien Rande getrennt sind. Während nun der obere Theil des Septum stets in dieser Weise perforirt ist, ist der freie untere Rand und eine schmale sich unmittelbar an ihn anschliessende Zone immer vollkommen frei von Löchern. Uebrigens ist die Breite der imperforirten Zone keine ganz constante, sie zeigt individuelle Verschiedenheiten; aber niemals habe ich bei ungefähr 20 Individuen die areoläre Structur des oberen Theiles vermisst.

Man könnte dieser Beobachtung vielleicht den Einwand machen, der Hyrtl zu seinem vorsichtigen Schlusssatz bewogen hat. Indess dem gegenüber ist das Bild der Perforationen ein so regelmässiges, dass eine arteficielle Herstellung derselben ausser dem Bereich der Möglichkeit liegt. Ferner habe ich die Scheidewände mit der grössten Vorsicht herausgenommen; und endlich kann man mit Hülfe der Höllensteinreaction constatiren, dass die beiden Lagen einschichtigen Pflasterepitheliums, welche beide Seiten des Septum bekleiden, an den Rändern der Löcher in continuirlicher Verbindung mit einander stehen.

Ich halte also die Beobachtung für vollkommen constatirt, und ihre Mittheilung durch die in so vielen Beziehungen interessante Stellung der Salamandrinen zwischen den Perennibranchiaten und den höheren Amphibien gerechtfertigt. —

Eine ähnliche Durchlöcherung der Vorhofsscheidewand habe ich bei fünf Exemplaren von Triton cristatus beobachtet.

Freiburg, im Februar 1873.

Erklärung der Abbildung.

Theil der oberen Hälfte des Septum atriorum von Salamandra maculata. Vergrösserung ungefähr $^{50}/_{1}$. Die Muskelbalken sind dunkler, das Bindegewebe heller schattirt, die Kerne um der Deutlichkeit des Bildes keinen Abbruch zu thun, weggelassen.

Leuchtende Regenwürmer

beobachtet von

Ferd. Cohn in Breslau.

Herr Apotheker v. ROSENBERG in Kruschwitz (Hrzgthum Posen), der mir als ein sehr sorgfältiger Naturbeobachter bekannt ist, theilte mir zuerst am 18. Januar c. mit, dass er leuchtende Würmer in einem Kartoffelhaufen beobachtet habe. Die Kartoffeln waren im Herbst gleich nach der Erndte in einen schwach erhellten Keller gebracht worden und dort bis zum Januar unberührt geblieben; sie fingen an stark zu keimen und mussten deshalb durchgearbeitet und abgekeimt werden; die am Boden befindlichen Kartoffeln waren sehr feucht, und durch ineinander gewachsene Keime stark verfilzt; beim ersten Aufarbeiten bemerkten die Arbeiter an diesen Stellen ein wunderbar schönes Leuchten, so dass ganze Flächen von ca. 1 Quadratfuss vollständig erhellt gewesen sein sollen; die Arbeiter hatten gemeint, es brenne an diesen Stellen Schwefel, hatten indess nichts weiter gesagt; erst nach fast vollendeter Arbeit erfuhr Herr v. ROSENBERG davon, und fand noch einzelne leuchtende Puncte, die bei genauerer Nachforschung fadenartigen Würmern angehörten: diese Würmer sassen theils an einzelnen feuchten Kartoffelstücken, theils in den Winkeln des Kellers im Boden; sie waren ganz von Erde umhüllt und liessen sich nur durch Reinwaschen befreien; im Finstern leuchteten sie mit lebhaft bläulich weissem Licht etwa über ein Drittel ihrer Länge, anscheinend nur wenn sie gereizt wurden, sei es beim Umschaufeln der Kartoffeln, oder durch Streichen mit der Hand über den Erdboden, in dem sie steckten, wenn man sie zwischen zwei Glasplatten rollte, erhielt das Licht sich ein paar Stunden lang, löste man einen Wurm von der Kartoffel ab, so leuchtete die Stelle, an der er gesessen, noch eine Minute lang nach; legte man ihn auf ein Stück starken Schreibpapiers und rollte unter sanftem Druck mittelst des Fingers über die Papierfläche, ohne den Wurm zu beschädigen, so leuchtete die ganze Stelle auf dem Papier, über welche der Wurm gerollt war, einige Secunden lang intensiv nach, und zwar so, dass auch die untere Seite des Papiers hell erschien; es sah aus wie ein leuchtender Fettfleck, doch blieb kein Fleck zurück; auch die zwischen den Glasplatten ausgepresste Leibesflüssigkeit soll nach Herrn v. Rosenberg leuchten.

Herr v. Rosenberg hatte die Güte zu drei verschiedenen Malen mir Erde zu schicken, in welcher leuchtende Würmer sich befanden; indem ich die Erde im Finstern auf einen Teller schüttete und vorsichtig mit der Hand darüber strich, beobachtete ich sofort vereinzelte Lichtpuncte, aus dem sich die Würmer leicht herauspräpariren liessen. Hierdurch wurde ich in den Stand gesetzt, das merkwürdige Phosphoresciren vollständig zu bestätigen. Leider waren fast sämmtliche Würmer beim Umschaufeln der Kartoffeln verstümmelt, und nur Bruchstücke von 1—2 Zoll Länge kamen in meine Hände, auch diese nur theilweise lebendig; diese lebenden Stücke leuchteten entweder als zusammenhängende Lichtlinie von etwa 1 Cm. Länge, oder discrete Lichtpuncte waren wie Sterne durch matte oder dunkle Stellen getrennt. Das Licht war bläulich weiss, stetig, nicht funkelnd, heller als Phosphorleuchten; ein Wurm beleuchtete die Umgebung des Papiers, auf dem er lag, so dass dieses ebenfalls im reflectirten Lichte glänzte; von ausgetretener phosphorescirender Flüssigkeit konnte ich jedoch nichts wahrnehmen. Das Licht hielt sich minutenlang ohne merkliche Abnahme, mit der Zeit liess es jedoch nach und wurde durch neue Reize lebhafter; mit dem Tode der Würmer hörte es völlig auf. Durch den Druck des Deckglases starben die Bruchstücke unter Zerfliessen rasch ab, daher eine genaue mikroskopische Beobachtung unmöglich war; doch schien der ganze Körper gleichmässig zu leuchten, ohne besondere leuchtende Organe; in einzelnen Thieren schien das Licht auf den schwärzlich pigmentirten Darm concentrirt. Ich versuchte auch das Licht mit Hülfe eines Browning-Sorby'schen Mikro-Spectralapparates zu analysiren; doch hat das genaue Einstellen der leuchtenden Partien im Finstern grosse Schwierigkeit, und schliesslich erhielt ich zwar ein deutliches Spectrum aber von solcher Lichtschwäche, dass ich die Farben nicht unterscheiden, noch die Lage mit dem Messapparat bestimmen konnte; reichlicheres Material würde wohl bessere Resultate geben.

Was die systematische Stellung der leuchtenden Würmer betrifft, so zeigte ihr drehrunder stricknadeldicker, farbloser, von röthlichem Rückengefäss und schwarz pigmentirtem Darm durchzogener Körper sofort, dass wir es mit einem Regenwurm zu thun haben; die nähere Bestimmung der Lumbricusart, um welche ich Herrn Prof. Grube ersuchte, war aus dem ungenügenden Material nicht mit voller Sicherheit zu ermöglichen, doch hält derselbe es für wahrscheinlich, dass sie zu Lumbricus olidus oder tetragonus gehört.

Obwohl es an älteren Andeutungen über phosporescirende Regenwürmer nicht fehlt, so scheint mir doch eine Bestätigung dieser Erscheinung, die an Glanz dem Leuchten vieler Meeresanneliden nicht nachsteht, von Interesse.

Breslau, Februar 1873.

Ferdinand Cohn.

Bau der rothen Blutkörperchen

von

Dr. J. Kollmann,
a. o. Prof. a. d. Univ. München.

Mit Tafel XXVI.

I.

J. W. Freer Professor der Physiologie an der medic. Schule zu Chicago hat Wales's Illuminator [1]) für die Untersuchung der Blutkörperchen benützt. Die verbesserte Methode, bei auffallendem Licht mit starken Vergrösserungen beobachten zu können, hat eine überraschende Eigenthümlichkeit an den auf einer Glasplatte festgetrockneten Blutkörperchen wahrnehmen lassen. Die menschlichen Blutkörperchen erscheinen nicht als einfache biconcave Scheiben, sondern besitzen im Centrum der Concavität eine warzenförmige Erhöhung von $^1/_{10000}$ engl. Zoll Breite an der Basis (s. Fig. 1). Die centrale Erhebung ist umgeben von einem ringförmigen Graben, der bekannten Depression, während die Begrenzung der Blutscheibe verhältnissmässig dick und abgerundet ist.

Die Untersuchung der Froschblutkörperchen mit auffallendem Licht ergab ein ähnliches Resultat. In dem mittleren Abschnitt bemerkt man eine ovale Vertiefung, in deren Centrum die Erhebung des ovalen Kerns zum Vorschein kommt (Fig. 2). Die beigegebenen Figuren sind der Arbeit FREER's auf ausdrücklichen Wunsch entnommen, den er mir, während eines Aufenthalts in München im Sommer 1872, kundgab. Ich hatte damals auch Gelegenheit, mit diesem Illuminator unter Herrn FREER's Anleitung die eben erwähnten Einzelnheiten an den Blutkörperchen zu constatiren.

---

[1]) Discovery of a new anatomical Feature in human blood, corpuscles. Im Chicago medical Journal 1869 Vol. XXVI p. 225.

Wales's Illuminator ist ein Spiegelchen, das in dem Tubus unmittelbar über dem Objectiv angebracht ist. Durch einen seitlich im Tubus befindlichen Schlitz wird der Illuminator (meist mit Lampenlicht) erhellt. Das nach abwärts reflectirte Licht macht das Object sichtbar.

FREER schliesst aus seinen Beobachtungen, dass das Blut der Amphibien und das des Menschen gleichartig sei in seinen Hauptcharacteren, was die Erhebung im Innern, den Kern, die umgebende Depression und die verdickten Ränder betrifft. FREER schreibt also den Blutkörperchen der Amphibien eine centrale Depression zu, wie dem der Säugethiere; und den Blutkörperchen der Säugethiere einen Kern, wie ihn die übrigen Wirbelthierklassen besitzen.

Ich betone zunächst den letzteren Umstand. Die kleine Erhebung im Centrum des menschlichen Blutkörperchens scheint mir von einer festeren organisirten Substanz herzurühren, welche beim Trocknen in dieser Weise zum Vorschein kommt. Ich gebrauche nicht den Ausdruck »Kern« dafür, wie FREER, um eine falsche Vorstellung zu verhüten, sondern bezeichne sie als festere Substanz, als Stroma, das, soweit sich dessen Natur mit Hülfe von Reagentien studiren lässt, den Namen Protoplasma verdient.

Der Ausdruck Protoplasma ist, das will ich im Voraus bemerken, mit Vorbedacht gewählt. Es bedarf wahrlich dieser ausdrücklichen Erklärung. Den rothen Blutkörperchen eine solche Substanz zuzuschreiben, ist gelinde ausgedrückt: unvorsichtig. ROLLET lässt dies unzweideutig durchblicken in seinem Artikel »Vom Blut« STRICKER's Handbuch p. 296. Ich fasse dieses Protoplasma im Sinne von M. SCHULTZE und KÜHNE, die ROLLET als Gewährsmänner von gutem Klange nennt, und verweise der Kürze halber auf den Artikel STRICKER's, in dessen Handbuch Cap. 1, p. 7, in der Voraussetzung, dass dort der Ausdruck Protoplasma richtig gedeutet ist. Nur ein Zusatz scheint mir hier wichtig, zu dem ich veranlasst bin durch die neueren Arbeiten über den Bau der Blutkörperchen. Auf die Bewegung der Zellen wird ein übermässig hoher Nachdruck gelegt. Als ob sie das einzige Kriterium wäre, auf dessen Grund man von Protoplasma reden darf. Als ob chemische Veränderungen[1], wenn sie sich in solcher Weise an einem Elementarorganismus, an einem nahezu selbständigen organisirten Theil abspielen nicht auch Bewegungen wären? Oder sollten die chemischen Vorgänge bei den rothen Blutkörperchen vielleicht ausnahmsweise nicht an Protoplasma gebunden sein? Ist das, was man sich unter Stroma des rothen Blutkörperchens denkt, kein lebendiges Eiweiss, kein Protoplasma? »Nein« lautet die Antwort **Rollet**'s (a. a. O. p. 295). Es lässt sich freilich wenig dagegen vorbringen, denn das Stroma hat wie es scheint noch Niemand sicher gesehen, seine Existenz beruht bis jetzt nur auf einer Annahme. »In den Bau der gefärbten elastisch dehnbaren Substanz der rothen Blutkörperchen, geht ein Stroma ein, welches zunächst die Form und die eigenthümlichen mechanischen Eigenschaften bedingt. Mit dieser Annahme (!) lassen sich die Erscheinungen, welche eine Reihe von Reagentien hervorbringen gut in Uebereinstimmung bringen«. Das ist der Standpunct unseres heutigen Wissens über dieses Stroma. Ob es ein mikroskopisch nachweisbares Gefüge besitze, eine Structur, bleibt in dem angeführten Artikel unerörtert.

---

[1] Ich will hier nur an die Aufnahme und Abgabe des Sauerstoffs und den CO^2 erinnern. Es ist gleichgültig, ob sich die Blutkörperchen dabei verhalten wie ein Platinschwamm oder wie ein Eisenstück.

Ich habe mich lange mit dem Blut vom Frosch und mit dem von Säugethieren beschäftigt und will nun den Nachweis des oft genannten Stroma versuchen, will zeigen, dass in dem Blutkörperchen organisirtes Eiweiss existirt, und will die Gründe vorbringen, welche mich veranlassen, die Existenz dieses Stroma auch im frischen Blutkörperchen anzunehmen.

Man sieht, meine Ansicht nähert sich bis zu einem gewissen Grade der von **Brücke**, aber sie weicht in Bezug auf das sog. Oëkoid doch wesentlich von seiner Auffassung ab; sie steht aber in directem Gegensatz zu der **Rollet**'s, wie gleich nachher zu erfahren ist.

Wenn ich mich nun zunächst gegen **Rollet** wende, so geschieht es, weil er sich in dem eben citirten Artikel als Referent und Kritiker der Arbeiten über den Bau der rothen Blutkörperchen zunächst in den Vordergrund gestellt hat. In seiner Darstellung soll sich unser Wissen concentriren, aber sein Geist zerstreut wie ein Convexspiegel das ohnehin schon spärliche Licht, und Dunkelheit herrscht nur um so mehr ringsum.

Sein Ideengang ist leicht zu verfolgen, durch den er schliesslich dahin gelangt, alle auf ein sichtbares Stroma bezüglichen Beobachtungen entweder anders zu deuten, oder sie für Täuschungen zu erklären. Aus der ganzen Darstellung sieht man die heftige Opposition, den Blutkörperchen irgend etwas zuzugestehen, was an das alte Zellenschema erinnert. Er bestreitet erst die Bläschennatur, dann nachdem er die Gründe gegen die Existenz einer Membran gesammelt, muss er die Deutung der **Hensen**'schen Bilder und alle folgenden Angaben, welche über ein sichtbares Stroma berichten, für nichtig erklären. Ich finde, man kann die Bläschennatur bestreiten, ohne darum so radical weiterzuschreiten. Es unterliegt doch keinem Zweifel, seit jenen Erörterungen über das, was man eine Zelle zu nennen habe, ist die Frage, ob die Blutkörperchen Membranen besitzen von untergeordneter Bedeutung, für die Zellentheorie keine Principienfrage mehr. Ihre physiologischen Eigenschaften genügen, die Zellennatur zu erweisen. Wir brauchen uns nach keiner Membran umzusehen, ja wir können selbst den Kern vermissen, ohne die Zelle preisgeben zu müssen. Es ist nachgerade überflüssig geworden, immer auf's Neue zu wiederholen, dass die Function des Wortes »Zelle« sich geändert habe. Aber man muss auf der andern Seite auch nicht vergessen, dass ein »Elementarorganismus« eine Membran besitzen kann, ja er kann im Inhalt sogar einen Kern aufweisen, und so der alten früher gültigen Vorstellung von einer Zelle nahe kommen, ohne deshalb von der modernen Auffassung bei Seite gestossen zu werden.

Man sieht, wir sind auf einem dem alten ganz entgegengesetzten Standpunct angekommen. Ehedem galt Membran, Inhalt und Kern, kurz das Bläschen, als eine Bedingung ohne die der Ehrentitel »Zelle« verweigert ward, heute ist es für einen schaffenden und sich vermehrenden Elementarorganismus eine zweifelhafte Empfehlung, von einer beengenden Hülle oder einem soliden Kern belastet zu sein. Der früheren Zellentheorie zu Liebe hat man Membranen angenommen, wo keine nachgewiesen worden sind, der heutigen opfert man jede, auch wenn sie sich nachweisen lässt.

In den früher enggezogenen Kreis, der nur die unzweifelhaften Zellen, die Bläschen, einschloss, hat jetzt eine bunte Gesellschaft freien Zutritt. Es finden sich Leutchen ein mit sehr sonderbarem Aussehen, kernlose Monaden, Protisten, Amoeben, weisse Blutkörperchen etc., die sich nicht durch eine glatte feine Aussenseite, durch eine solide Begrenzung auszeichnen, deren Character im Gegentheil etwas sehr wechselndes, veränderliches hat. Aber gerade diese besitzen eine hervorragende Eigenschaft, sie zeigen die Erscheinung des Lebens am deutlichsten in der Bewegung.

Nach dem heutigen Standpunct unseres Wissens können wir sagen, die Merkmale der Zelle als Gattung sind in den allgemeinen Umrissen wohl erkannt. Die Hauptcharactere jener bunten Schaar von Elementarorganismen sind aufgefunden. Alle aus denen reges Leben, sei es durch Bewegung oder chemische Verwandlung oder physiolog. Function in irgend einer Form hervorleuchtet, sind in die früher so streng begrenzte Gesellschaft der Zellen aufgenommen. Der Gattungsbegriff steht fest, aber bei den rothen Blutzellen handelt es sich nach diesem Umschwung unserer Anschauungen nur darum, die Charactere der Species »rothes Blutkörperchen« durch Untersuchungen festzustellen. Ich betone dies ausdrücklich, weil mich bedünkt, man verfahre gegen die rothen Blutkörperchen mitunter hart, man bestreite Eigenthümlichkeiten, welche der Species zukommen können, ohne ihre Stellung innerhalb der Gattung zu compromittiren. Die rothen Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere werden wohl stets unter den Gattungsbegriff »Zelle« fallen, und vielleicht in einer der ersten Reihen dieser modernen Gesellschaft figuriren, obwohl sie erst seit kurzer Zeit wegen ihres guten Benehmens wieder Einlass erhalten haben. Ihre Stellung als Zellen ist nach meiner Meinung unangreifbar und die Besorgniss überflüssig geworden, die Entdeckung einer Membran könne diese neue Stellung gefährden. Im Gegentheil! Man könnte daraus gerade schliessen, dass M. Schultze mit weitschauendem Blick das Richtige auch für die rothen Blutkörperchen getroffen habe, wenn er meinte, dass die Ausscheidung einer chemisch differenten Membran das Zeichen eines beginnenden Rückschrittes sei. Angenommen, die membranlosen weissen Blutkörperchen mit ihren amöboiden Bewegungen verwandelten sich in rothe und erhielten dabei eine Hülle, so wäre das eine glänzende Bestätigung jenes Ausspruches. Denn in der That, dann verlieren sie bei diesem Standeswechsel ein auffallendes und mit Recht bewundertes Attribut ihres früheren Lebens, die Bewegung. Doch über den Ursprung der rothen Blutkörperchen lässt sich noch vielfach streiten und ich will darauf keinen grossen Werth legen.

Aber das ist seltsam: Wir hören die Versicherung, »dass in den Bau der gefärbten elastisch-dehnbaren Substanz der rothen Blutkörperchen ein Stroma eingeht, welches zunächst die Form und die eigenthümlichen mechanischen Eigenschaften bedingt«, aber jeder erneute Nachweis dieses Stroma, jeder Beitrag, dieses Postulat der Physiologie und Histologie zu erfüllen, wird für einen Irrthum erklärt. Seltsam, weil man gerade das Gegentheil erwarten sollte.

Ich stimme damit überein, »es sei entschieden vorzuziehen, sich erst über die directen Resultate der an den Blutkörperchen angestellten Versuche und Beobachtungen zu belehren, als sich von vorne herein unter dem Bann unfertiger Theorien die unbefangene Betrachtung der Erscheinungen zu verkümmern«. Aber man darf diese kluge Enthaltsamkeit auch nicht zu weit treiben.

Zu viel bringt Gefahr ins Haus. Ich halte es z. B. für eine etwas zu weit gehende Vorsicht, wenn man nach der Einwirkung von Reagentien die rothen Blutkörperchen vom Frosch platzen sieht, und doch nicht den Schluss auf eine Membran wagt, welche an solchen Präparaten überdies noch deutlich genug zu sehen ist. Man mag annehmen, sie sei erst entstanden, aber ihre Nichtexistenz unter solchen Umständen behaupten wollen, legt die Vermuthung nahe, der gefürchtete Bann sei auch dort in voller Wirkung, wo man sich sonst frei von ihm wähnt.

Der »Eindruck des Aufplatzens« rührt doch davon her, dächte ich, dass die Körperchen wirklich aufplatzen. Eine an der Oberfläche härtere Schicht reisst entzwei, und gewaltsam entleert sich der gespannte Inhalt. Die Kühnheit zu einer solchen Erklärung des Eindruckes halte ich nicht für bedenklich. Doch ich will zunächst nicht den Nachweis einer Membran versuchen, erkläre im Gegentheil ausdrücklich, dass so oft ich dieses Wort in den folgenden Blättern gebrauche, stets nur von jenem »Kunstproduct« die Rede ist, oder von »jener scheinbaren Membran«, die nach Reagentien sichtbar wird. Hier handelt es sich darum, einiger Versuche zu erwähnen, bei denen das »Stroma« des rothen Blutkörperchens zum Vorschein kommt, jene »weiche elastisch dehnbare Substanz« von der Rollet spricht, an die man allgemein glaubt, wenn sich auch Jeder ein anderes Bild von ihr entwirft. Noch Niemand hat sie sicher am frischen Blutkörperchen gesehen, und ich bin mir wohl bewusst, dass all' meine Reagentien nur ein Zerrbild zum Vorschein kommen lassen. Aber es ist immerhin besser als gar keines. Man kann sich doch einigermassen eine Vorstellung von der Natur dieses Stroma machen.

Es handelt sich ferner darum zu erfahren, welche Structur dieses Stroma wohl besitze, das die Hauptmasse dieses schwimmenden lebendigen Wesens ausmacht, eines Wesens, das als biconcave Scheibe in einer Flüssigkeit von geringerer Dichtigkeit und trotz vieler Hindernisse auf seiner Bahn unausgesetzt thätig ist!

Mit Hülfe von Reagentien oder von Experimenten wurde dieses Stroma schon wiederholt gesehen, man hat schon oft dieses Verfahren mitgetheilt, wodurch es sich nachweisen lässt, aber von vielen Seiten wird die Wirkung jener Mittel in Zweifel gezogen. Man sträubt sich geradezu, dieses Kunstproduct von Stroma zu sehen, obwohl die andern ja wohl wissen, wie wenig mit dem Zugeständniss gewonnen ist, obwohl sie zugestehen, dass es dann wahrscheinlich sehr wenig von seiner ursprünglichen Beschaffenheit noch an sich trage. Man sträubt sich, statt wie schon erwähnt, jeden neuen wenn auch noch so unbedeutenden Fund dieser Art freudig anzuerkennen und sorgfältig zu registriren.

Ich will nun in Folgendem versuchen, die bezüglichen Angaben, durch eigene Beobachtungen vermehrt, zusammenzustellen. Vielleicht gelingt es mir, einige Skeptiker wenigstens zu einer vorurtheilsfreien Prüfung längst bekannter Experimente zu veranlassen.

Rollet bestreitet (a. a. O. p. 294) den in Kneuttinger's Abhandlung des Weiteren beschriebenen Einfluss von Harnstoff auf die rothen Blutkörperchen und spricht von einer Missdeutung der beobachteten Erscheinung, wenn gesagt werde, man hätte kernhaltige Eiweisskugeln austreten sehen. Ich habe denselben Vorgang unzählige Male gesehen. Man kann den Kern und den daran hängenden Eiweissballen in flagranti, während des Ausschlüpfens beobachten, um mich eines Ausdrucks zu bedienen, der jedes Missverständniss ausschliesst. Nun geht aber aus den Mittheilungen Rollet's deutlich hervor, dass er auch dieselbe Wirkung wahrgenommen hat, aber wie das so häufig geht, er giebt der Sache eine andere Deutung. »Während des Uebergangs in die »Kugelgestalt stossen einzelne Körperchen den Kern aus. Dieser vergrössert sich beim Frosch weniger, viel mehr beim Triton, und nimmt »das merkwürdige Ansehen eines weitläufigen (!) von Maschen durch»brochenen Balkengitters an«. Diese ausgestossene durchbrochene Masse ist der von mir und Kneuttinger erwähnte Eiweissballen. Im Innern steckt der wenig veränderte Kern, wie nicht schwierig nachzuweisen ist. Es hiesse Eulen nach Athen tragen, wollte ich von dem Verfahren sprechen, bei dem am besten dieser Vorgang zu beobachten ist. Hat im Ganzen auch wenig Einfluss. Doch wer sich des Genaueren für die betreffenden Concentrationsgrade interessirt, findet in der Kneuttinger'schen Abhandlung genügende Auskunft. Ich wiederhole nur, dass Harnstoff mit einem »Ruck« und nach vorhergehenden heftigen Geburtswehen eine Kugel granulirter Substanz, Stroma, natürlich verändertes Stroma, ausstösst, in welchem der wenig veränderte Kern steckt (s. Fig. 3). Schnell geht das Bild vorüber, die beiden Theile zeigen sich nur einen Augenblick vor ihrer Vernichtung. Der Moment naht, sobald jene Formen auftreten, die in Fig. 4, 5, 6 dargestellt sind, sobald das gelbe und nun schon rund gewordene Körperchen helle Inseln zeigt. Verfolgt man diese glänzenden Stellen, wie sie auftauchen, sich vergrössern, und wieder untergehen, so drängt sich die Ueberzeugung auf, es seien die Anfänge der nun bald folgenden Trennung in farbstofffreies Stroma und eine farbstoffhaltige Kugel. Die Veränderungen im Körperchen sind sehr heftig, man kann dies abgesehen von dem Werden und Entstehen dieser Inseln daraus schliessen, dass die Kugel Stösse erhält, die aus ihrem eigenen Innern kommen. Die hellen Stellen sind gequollenes Stroma — das den Farbstoff schon ausgestossen hat, und von einem Punct der Kugel bis zum andern den Raum füllt. Das farblose Stroma lässt das Licht ungehindert passiren, und so erscheinen diese Stellen wie helle Inseln auf der gelben Kugel. Diese Stellen können den Eindruck von Alveolen machen, ohne in der That Vertiefungen zu sein.

Doch kümmern wir uns nicht weiter um die Deutung des Vorganges, sondern fragen wir, wo man sonst noch Stroma nach Zusatz von Reagentien beobachtete. Ich lasse zunächst Rindfleisch sprechen, der seine Erlebnisse bei Gelegenheit experimenteller Studien über die Histologie des Blutes [1]) getreu berichtet. Er fand nach manchem Kreuz- und Querzug, dass die rothen Blutkörperchen, indem sie in Blutcoagulis im Leib der Frösche Kugelgestalt annehmen, einen Theil ihres Inhaltes austreten lassen. Es war die Zeit, wo das Anilinblau vielfach als Färbemittel für Zellen und Gewebe empfohlen wurde. Nach dem Zusatz sah er an jedem der in der Coagulis aufbewahrten Blutkörperchen eine zweite Zelle ansitzend, welche durchaus den Anforderungen entsprach, die man nach der Schultze-Brücke'schen Theorie an eine ganz junge aller möglichen Entwicklung fähigen Zelle stellen konnte. Etwas kleiner als das Blutkörperchen selbst [2]), kugelrund, aus einem feinkörnigen durch das Anilin tief blau gefärbten Protoplasma bestehend, zeigten sie keinerlei peripherische Erhärtungsschichten, wohl aber einen tief blau gefärbten gleichfalls runden Kern. Als Rindfleisch ganz frische Blutkörperchen mit Anilin behandelte, und die Reaction unter seinen Augen von Statten gehen liess, sah er, wie sich die Blutkörperchen rundeten, dunkelroth wurden, plötzlich aber erblassten und zu gleicher Zeit an irgend einer Stelle ihrer Peripherie eine kuglige Masse hervortrat, die sich auch sofort blau färbte und in den meisten Fällen in zwei Schichten theilte, eine centrale tief blau gefärbte und homogene, den Kern und eine peripherische weniger tief gefärbte, feinkörnige, das Protoplasma.

Ein anderer Abschnitt derselben Mittheilungen gehört nicht minder hierher. Rindfleisch fand an kleinen Blutcoagulis, welche den dünnen Nervenstämmchen eines paradorsalen Lymphsackes anhefteten, am dritten Tage des Extravasates Gebilde, die er auf den ersten Blick als embryonale Bildungszellen begrüsste. Sie waren aus rothen Blutzellen entstanden. Einige von ihnen sind Zellen mit deutlichem Kern, aber ohne Membran und meist mit Ausläufern versehen. Das Protoplasma, welches nach aussen nicht durch eine Membran begrenzt ist, enthält in grösserer oder geringerer Menge rothe Tropfen und andere dunkle Körnchen. Das räthselhafteste Attribut dieser Zellen, die Ausläufer, welche drei bis sieben an der Zahl sich dadurch auszeichnen, dass sie sämmtlich von einer bestimmten kleinen Stelle der Zellenoberfläche ausgehen, waren Falten der umgestülpten Membran. »Was ich vor mir hatte, fährt R. fort, war wirklich die geplatzte und zurückgeschlagene alte Hülle der rothen Blutkörperchen. Dieser Thatsache gegenüber ist es wohl kaum noch eine Hypothese zu nennen, wenn ich annehme, dass in einer mit Aufquellung verbundenen Veränderung des Blutkörperchen-inhaltes das mechanische Moment gegeben sei, welches die Membran anspannt und zunächst an einer Stelle zum Platzen bringt. Durch den entstandenen Riss dringt das Protoplasma hervor und kehrt dabei die zu enge Hülle dergestalt nach aussen um, dass jetzt die früher innere Oberfläche nach aussen zu liegen kommt«.

---

[1]) Rindfleisch, Experimentalstudien. Leipzig 1863.

[2]) Siehe dessen Fig. 2.

Preyer [1]) fährt später in sichtlicher Entrüstung empor über solche Ausdrücke wie Membran oder Hülle des Blutkörperchens, und gar darüber, dass die Blutkörperchen ihre Membran zurückgeklappt hätten. In der That, die Verirrung ist haarsträubend. Nur Eins lässt sich zur Entschuldigung vielleicht sagen, Rindfleisch meinte immer die künstlich gemachten, durch Insulte aller Art erst entstandenen Membranen. Es war also ein Kunstproduct, das keine Aufregung verdient. Doch davon abgesehen bieten die Mittheilungen von R. Vieles das der Berücksichtigung werth scheint. In den Blutcoagulis, die in den Lymphsäcken der Versuchsthiere aufbewahrt waren, also unter sehr günstigen Umständen, geschieht die Trennung des rothen Blutkörperchens in einen Protoblasmaballen der den Kern enthält, und in eine Hülle. Der Farbstoff, der dritte Bestandtheil, war bereits zerstört. Was innerhalb einiger Tage an dem in den Lymphsäcken aufbewahrten Blut erreicht wurde, kam auch zu Stande bei der Behandlung frischen Blutes mit Anilin. Dieselbe Erscheinung unter ganz anderen Umständen! Zwischen der Veränderung unserer Objecte im Leib des Thieres, durch Harnstoff und Anilin herrscht ein Grad von Uebereinstimmung, dessen Werth schwer in die Wagschale fiele, wenn . . . . die Beobachter ihn bestätigen könnten. Aber das macht, wie es scheint, unüberwindliche Schwierigkeiten. Bode hat sich viel Mühe gegeben, die eben erwähnten Bilder wiederzufinden, aber es ist ihm völlig missglückt. Zwei Jahre vor seiner Arbeit hatte Owsjanikow auf die beachtenswerthen Untersuchungen von Rindfleisch hingewiesen und erwähnt »wie richtig das Heraustreten des ganzen Zelleninhaltes nach Zusatz von Anilinblau wiedergegeben sei«. Er habe eben solche Bilder gehabt nach Zusatz von einer Zuckerlösung mit Spiritus zu ganz frischem Blute. —

In Fig. 7 habe ich einen Theil jener Abbildungen copirt, welche den von Rindfleisch beobachteten Einfluss von Anilin auf die Froschblutkörperchen darstellen, und in Fig. 8 ist der Effect meiner Anilinlösung zu sehen! Man sieht, die Bilder sind, was das Stroma betrifft, völlig gleich. Eine hellblau tingirte und granulirte Masse, natürlich ein Kunstproduct, enthält im Innern den dunkel gefärbten Kern.

---

[1]) Virchow's Archiv Bd. 30. p. 425.

Der Leser wird begreiflich finden, dass ich jetzt der Untersuchungen Böttcher's am Salamander- und Froschblut gedenke, die an jene von Roberts erinnern. Beide benutzten für ihr Studium die Gerbsäure. Böttcher demonstrirte, »dass nach ihrer Anwendung der grosse Kern eine unebene Oberfläche besitzt. Er ist mit zahlreichen stachelartigen Fortsätzen ringsum besetzt, so dass er wie ein Stechapfel aussieht. In einem Theil der Blutkörperchen reichen sie bis an die äussere Hülle, die doppelt contourirt erscheint, und verleihen dem ganzen Blutkörperchen ein strahliges Ansehen. (Seine Fig. 1ª.) Sie hängen zum Theil mit der Hülle continuirlich zusammen. Die einzelnen Stacheln sind farblos oft innen dicker und nach aussen sich zuspitzend, ja mitunter auch gegen die Peripherie gablig getheilt. Zwischen den längeren und gröberen Stacheln sieht man meist kürzere und feinere, die aber alle auf dem Kern festsitzend in radiärer Richtung von ihm auslaufen«. Ich habe zu dieser einfachen und klaren Schilderung des Stroma nichts beizufügen; so ist es nach Zusatz von Tannin. Meine Figuren 9 und 10 sind nur eine Illustration dieser Angaben. Es giebt kaum ein Reagens, das die beschriebenen Veränderungen oder die Bilder 9 und 10 mit solch unfehlbarer Regelmässigkeit entstehen lässt (Lösungen von 0,5 : 100 und 0,3 : 100) wie Tannin. Nach dem Bersten der Hülle tritt aus dem Innern eine ganze Wolke heller farbloser nur mit ganz feinen Körnchen durchsetzter Masse, die aber sofort derb granulirt, also stark verändert wird.

Für die Frage nach dem Stroma ist von dem grössten Interesse die bekannte Arbeit Brücke's über den Bau der rothen Blutkörperchen.

Hören wir einige Details, die wohl nicht Jedem gegenwärtig sind.

Die Wirkung der 2% Borsäure ändert zunächst die elliptische Scheibenform. Der Kern der Blutkörperchen ist von besonderer Deutlichkeit aber weniger regelmässig gestaltet und gelagert als sonst. Oft liegt er an einer Seitenfläche des Körperchens und überragt die Oberfläche desselben. Bei einem Theil ist der Kern und seine nächste Umgebung weiss, der übrige Zellenleib gelb, in einem andern findet das entgegengesetzte statt: die Randzone wird farblos durchsichtig und um den Kern ballt sich eine grünliche Masse zusammen, welche bisweilen ziemlich gleichmässig rund ist, bisweilen gegen die Peripherie gerichtete spitzige, strahlenförmige Hervorragungen zeigt.

Hier muss eine Berichtigung Platz finden bezüglich dieser strahlenförmigen Hervorragungen. Man stellt sie sich in der Regel so vor, wie bei Hensen (Fig. 5 *a*, *b*, *d*), bei Böttcher (Fig. 9 *b*, *c*) oder bei Rollet (Stricker's Handbuch Fig. 73 *a*). Aber keine dieser Abbildungen entspricht vollkommen genau dem Sachverhalt. Wäre das Verhalten der rothen Blutkörperchen in diesem Fall so einfach, so würde man sich kaum der Ueberzeugung eines leicht nachweisbaren Stroma verschliessen können. Denn dann läge es ja im Centrum des Blutkörperchens zusammengeballt, die gegen die Peripherie gerichteten spitzen Fortsätze stellten einen Theil dieses Stroma dar, der Beweis wäre selbst von Gegnern wie Rollet unumstösslich geliefert. Die stachelförmigen Hervorragungen sind aber Wülste des in toto geschrumpften Körperchens (s. Fig. 11). An den hellen Stellen ist durch Schrumpfung die Schicht äusserst dünn, das Licht wird wenig abgelenkt; dort wo die Masse durch die Schrumpfung hingedrängt wurde, ist die Passage des Lichts durch die Häufung des Farbstoffes schwierig, und so findet man den Mittelpunct des Ballens mitunter ganz braun. Die strahlenförmigen Hervorragungen sind also Wülste, Scheidewände benachbarter Einsenkungen, welche je nach ihrer senkrechten oder horizentalen Lage zur Richtung der Lichtstrahlen weiss oder gelb erscheinen. Davon kann man sich jeden Augenblick überzeugen, während ein solch geschrumpftes rothes Blutkörperchen rollt (Fig. 12). Die Veränderung ist nicht bei allen Blutkörperchen in demselben Präparate gleich stark, man kann die allmäligen Uebergänge bis zur extremen Form nachweisen.

Doch hören wir Brücke weiter über die Veränderungen durch Borsäure. Diese grünliche Masse »oder dieser sog. Kern drängt bei seiner Wanderung gegen den Rand des Blutkörperchens nicht allein den Contour der scheinbaren Membran hervor, sondern man findet bei sorgfältiger Beobachtung denselben an der betreffenden Stelle unterbrochen, indem er an der Abdachung des Kerns mit einem schmalen lippenartig aufgebogenen Rande aufhört. Bisweilen tritt aus der so angedeuteten Oeffnung eine Partie des Kerns hernienartig hervor, ohne dass zwischen dem hervorragenden und dem darin steckenden Theile eine Einschnürung vorhanden wäre. Hat sich der Kern vom Körperchen getrennt, dann sieht man einen bald helleren bald dunkleren Ring, der vom Rande einer napf- oder kesselförmigen Grube, in welcher der Kern zuletzt gesteckt hatte, herzurühren scheint«.

Die eben erwähnten Vorgänge sind nicht schwierig zu verfolgen; ich habe »den lippenartig aufgebogenen Rand, und ein andermal den hernienartig hervorgedrängten Kern, ohne Einschnürung an dem noch festsitzenden Theil« gesehen, ferner »den bald helleren bald dunkleren Ring, der dem Rand einer kesselförmigen Grube glich«. Die Schlüsse, welche Brücke aus diesen Vorgängen gezogen hat, sind bekannt, und es unterliegt für mich keinem Zweifel, dass sie die bisherigen Annahmen eines Stroma nicht allein bestätigen sondern sogar erweitern. Ich sage erweitern, weil ich einen Fortschritt darin erblicke, dass Brücke eine innige Verbindung annimmt zwischen dem Zooïd und dem Oekoid. Wenn das Stroma uns helfen muss, die Form des Blutkörperchens zu erklären, so lässt sie sich bei einem solchen von Brücke geschilderten Bau doch einigermassen begreifen.

Die Borsäure veranlasst aber noch andere interessante Veränderungen an den rothen Blutkörperchen, die mir für die Beurtheilung unserer Stromafrage von Wichtigkeit scheinen. Eine solche Veränderung ist in Fig. 13 abgebildet; im Centrum des ovalen Körperchens ist eine helle granulirte Masse zu bemerken. Der Farbstoff nimmt eine breite Randzone ein [1]. Um die Natur dieser Trennung vollständig kennen zu lernen, braucht man nur verdünnte Essigsäure zuzusetzen. Innerhalb des geballten Stroma liegt dann der wenig veränderte, ovale Kern. In der folgenden Fig. 14 erscheint das Stroma durch den ganzen Raum vertheilt. Der Kern liegt in der Mitte, und von ihm gehen feine Fäden aus. Nachdem es sich hier um Kunstproducte handelt, ist die Versicherung unnöthig, dass Essigsäure nur dazu beiträgt den Effect der Borsäure schärfer zu markiren. Doch will ich auf die Fig. 15 verweisen, welche ohne Zusatz den Inhalt des Stroma erkennen lässt. Sind die Blutkörperchen rund geworden, so kann das Stroma sammt dem Kern sich auf der einen Hälfte der Hohlkugel zurückgezogen haben (s. Fig. 16). Aehnliche Bilder, nur etwas seltener, erzeugt die 2% Säure, denn sie wirkt zu energisch, zerstört in dem ersten Moment der Berührung den Farbstoff, der gerundete Kern scheint nur allein übrig zu bleiben, wenigstens vermögen selbst gute Instrumente keine Spur einer Membran oder eines Oekoids aufzuweisen. Ersetzt man jedoch vorsichtig die Borsäure durch Anilin, so findet man um die Kerne das Stroma in abenteuerliche Formen ausgezogen, welche theils die chemische Wirkung der Borsäure zu Stande brachte, theils die Strömung zwischen den beiden Gläsern. Man begegnet da grösseren und kleineren Resten der künstlichen Membran, und damit zusammenhängend verändertem Stroma, dessen Masse oft verschwindend gering ist (Fig. 17, 18, 19, 20). In andern

---

1) Ich brauche kaum hervorzuheben, dass es noch Veränderungen mancherlei Art giebt, deren Erörterung z. Z. kein weiteres Interesse bietet.

Fällen ist die periphere Schicht des rothen Blutkörperchens gänzlich vernichtet, dagegen das Stroma noch zum grössten Theil erhalten, aber verzerrt (Fig. 21, 22, 23).

In Fig. 23 ist das Stroma am besten erhalten, und dieses Bild noch um deswillen interessant, weil 1 % Borsäure und darauf folgender Zusatz von Essigsäure dasselbe Resultat (Fig. 14) giebt. 2 % Borsäure ist ein sehr heroisches Mittel. Das zeigt sich, wenn man den Effect studirt in dem Augenblick, wo sich beide Flüssigkeiten, Blut und Reagens, berühren. Da wird erst ein Theil der rothen Blutkörperchen in kleine Partikel zerrissen durch die Stärke der osmotischen Vorgänge, die zunächst folgenden Schaaren verlieren den Farbstoff und es bleiben kleine feinkörnige Massen zurück: kleine Portionen des geretteten Stroma und im Innern der Kern (Fig. 24).

Unter dem Einfluss der Wärme gelingt eine Trennung des rothen Blutkörperchens in eine farbstoffhaltige und farbstofffreie Partie. Bilder wie Fig. 25 wurden auch schon anderwärts beschrieben. An der Temperaturgrenze zieht sich der Farbstoff nach einem oder den beiden Polen, und das den Kern enthaltende Stück ist farblos und leicht granulirt. Andere Blutkörperchen haben den Farbstoff völlig verloren, Stroma sammt Kern bildet noch eine oblonge granulirte Masse (Fig. 26). Der Anblick solcher Bilder ist nicht lange vergönnt, denn auch die Wärme vernichtet rasch, was sie kurz vorher entstehen liess.

Nach dem Vorausgegangenen ergiebt sich eine bemerkenswerthe Uebereinstimmung bezüglich des Effectes, den sehr verschiedene Reagentien auf das sog. Stroma des Blutkörperchens üben; sie ist bemerkenswerth, weil sie durch die Mittheilungen verschiedener Beobachter bestätigt ist. Aber trotz alledem wissen wir noch Nichts über die Form, welche jenes Stroma besitzt.

Während dieser Untersuchung gab es eine Zeit, in der ich mich vor der Annahme Brücke's über die Natur des Zooïd und dessen Zusammenhang mit dem Oekoid vollständig beugte. Es war damals, als ich die Wirkungen der 1 % Borsäure und des Anilins in den Fig. 17 und 27 gesehen hatte. Das Bild mit dem centralen hellen Fleck (Fig. 27) dann die Fig. 17 erschienen als Oekoide, aus dem sich das Zooïd herausgearbeitet hatte. Diese Figuren waren um so werthvoller, als sie jene in der Abhandlung von Rindfleisch endlich deuten halfen. Als ich die ersten Versuche mit Anilinblau vornahm, war es mir zwar bald gelungen Protoplasma sammt Kern zu isoliren, aber die Membran verhielt sich wesentlich anders. Rindfleisch zeichnete in die Membran einen Ring (Fig. 7); in der Ueberzeugung auf die Treue der Abbildungen, die mich bezüglich des Stroma nicht getäuscht hatten, erschien mir meine

Figur 27 nur der Schlüssel zum Verständniss seiner auffallenden Bilder. Ich sah mit Anilin das Oekoid gefärbt. Die ganze Breite des Ringes schien mir Oekoid, die poröse Masse desselben lag also vor meinen Augen.

Aber nur kurze Zeit sollte mein Vergnügen über das Oekoid währen. Die folgenden Bilder Fig. 18, 19, 20, 28 und 29 erschütterten mein Vertrauen, das endlich anderen ähnlichen Erscheinungen gegenüber nicht länger mehr Stand hielt. Ich bemerkte, dass diese sowohl als jene von **Rindfleisch** auch eine andere Deutung zuliessen. Die blauen Ringe waren die Hüllen der rothen Blutkörperchen, tingirt, und an manchen Stellen hing noch Stroma. Jene Fig. 27, der ich später noch oft begegnete, war eine leere Membran, und der helle Fleck im Centrum das Loch, aus dem Stroma und Kern ausgetreten waren. Eine künstliche Membran umschliesst das künstliche nachweisbare Stroma. Das schien das wenig erfreuliche Resultat mühevoller Untersuchungen.

Ich erinnerte mich einer characteristischen Stelle bei **Preyer** (p. 433) an der er über den Harnstoff spricht. »Erst sehen die Blutkörperchen aus wie eine von tief einschneidenden Fjorden zerrissene Insel, dann aber beginnt bei jedem Blutkörperchen eine sich anders gestaltende Veränderung. Zahllose kleine Kugeln, ganze Zacken, Kolben, Perlschnüre, Fäden, Kegel u. s. w. lösen sich ab. Alle erdenklichen Formen sind dabei vertreten; alle kehren im Extravasatblut wieder, und zwar ganz genau dieselben Formen«. Ich kann hinzufügen: ähnliches tritt ein beim Zerquetschen, ähnliches bei der Wärme und der Electricität. »Diese Erscheinungen sind unvereinbar mit der Annahme einer Membran« (**Preyer**).

»Untersucht man die eben erwähnten abgelösten Tropfen, Kugeln, Zapfen mit Essigsäure und verfolgt ihr endliches Schicksal unausgesetzt beobachtend, so findet man nicht selten, dass sie nach der Entfärbung als blasse Kugeln umherschwimmen« schreibt **Hensen**. Nach ihm hätte nicht allein das Blutkörperchen im frischen Zustand eine Membran, sondern selbst jede Kugel, die wir durch Hitze, die Electricität, den Druck oder den Harnstoff zu isoliren vermögen! —

Die Angaben von **Hensen** lassen sich, so merkwürdig es klingen mag, theilweise bestätigen. Diese losgetrennten Theile zeigen in der That nach Verlust des Farbstoffs noch blasse Kugeln. Das ist unbestreitbar. **Schmidt** und **Schweigger-Seidel** haben auch eine Erklärung dieser auffallenden Thatsache gegeben. »Die Bruchstücke, in welche Froschblutkörperchen durch Harnstoff zerfallen, verhalten sich dem Chloroform gegenüber wie die ganzen Blutkörper. Jedes hinterlässt ein zartes Bläschen«. Bläschen ist freilich eine falsche Bezeichnung, sie mussten sagen eine helle kuglige

Masse; sie ergänzten auch diese mangelhafte Beschreibung durch den Zusatz »ein Bläschen, das sich allerdings nicht weiter verkleinert«. Diese hellen kugligen Massen, welche nach Verlust des Farbstoffes unter solchen Umständen sichtbar werden, sei es nun mit Chloroform oder Jod oder irgend welcher Säure, sind die Rückstände des Stroma. Wir dürfen daraus schliessen, wie **Neumann** bei der Wirkung der Electricität, dass unter den angewendeten Agentien eine Verflüssigung des Stroma erfolgt, und dass das verflüssigte Stroma mit dem Hämoglobin zu einem mit dem umgebenden Medium nicht mischbaren Flüssigkeitstropfen sich vereinigt; Nicht-Mischbarkeit ist von endlicher Dauer und deshalb sehen wir nach einiger Zeit den Farbstoff verschwinden, und auch das farblose Plasma nur kurze Zeit dem Untergang entgehen. Aus **Hensen**'s Versuch, dem frischen rothen Blutkörperchen eine Membran zuzuschreiben, wird also wieder ein Beweis für die Existenz eines Stroma. Doch wodurch ist das Stroma begrenzt?

Diese Frage erscheint wohl Manchem überflüssig, ja sie erschien mir selbst kaum einer erneuten Ueberlegung werth, wenn nicht das Platzen einer Membran unter den verschiedensten Umständen immer wieder zur Beobachtung käme, wenn man nicht immer wieder eine Membran sähe, wenn auch nach Anwendung von Reagentien, welche den Gedanken nahelegte, dass sie auch im frischen Zustande existirte, wenn nicht eine Menge Erscheinungen mich mit derselben Gewalt zur Annahme einer solchen drängen würden, wie sie **Brücke** zu der eines Oekoids bestimmten.

Ich brauche keine Erörterung über den Vorgang des Platzens vom rothen Blutkörperchen zu geben. Diejenigen, welche an dem mit Reagentien behandelten Blutkörperchen die Existenz einer Membran nicht läugnen, werden auch die plötzliche Zerreissung derselben zugeben müssen. Anders verhält es sich mit der Frage, ob die Membran in der That ein Kunstproduct sei?

Die Gründe, welche immer wieder ins Feld geführt werden, sie sei ein Kunstproduct, wurden von **Böttcher** vollkommen widerlegt. Wenigstens hat man meines Wissens nichts mehr dagegen vorgebracht, dass er die Identität der am Blutkörperchen sichtbaren Membran mit der auf der Oberfläche von Eiweisstropfen durch destillirtes Wasser entstandenen (**Kühne**) bestreitet. Die letzteren Membranen nennt er mit Recht Gerinnsel, welche andere physikalische und chemische Eigenschaften haben als jene Blutkörperchenhülle, welche nach Zusatz von Wasser etc. zum Vorschein kommt.

Aber derselbe Beobachter bestreitet trotz dieser unläugbaren Thatsache dennoch die Existenz einer Membran, und meint der Widerspruch sei nur ein scheinbarer. Er findet eine Erklärung darin, dass die Blutkörperchen nicht zu jeder Zeit und unter allen Umständen sich gleich verhalten: ein Ausweg, der weder mir noch Anderen gefallen will, obwohl er angenehm wäre. Dann könnte man je nach der Wirkung des Reagens annehmen, das eine Blutkörperchen hätte aus unbekannten Gründen eine Membran gehabt, das andere nicht. Allein **Böttcher** musste schliesslich auf diesen Ausweg kommen, so lange er versuchen wollte, mit Hülfe von solchen oder ähnlichen Experimenten diese Frage zu entscheiden.

Eine Beweisführung dafür oder dagegen ist mit Hülfe von Reagentien unmöglich. Ich hoffe dies zu zeigen durch eine genaue Beschreibung jener Vorgänge, welche der Zusatz einer der bekannten Stoffe an den rothen Blutkörperchen bedingt. Nehmen wir den am meisten bekannten Harnstoff, unter dessen Einfluss das Blutkörperchen auch bei verschlossenem Präparat hin- und hergestossen wird, als ob eine Eruption in seinem Innern sich vorbereite! Helle Inseln von verschiedener Form (Fig. 4, 5, 6) entstehen, oder besser sie tauchen auf, um bald wieder zu versinken und Neuen Platz zu machen. Es giebt oft ein Bild, als ob der Inhalt ins Kochen gerathe. Ich zweifle nicht, dass schon Viele diese Erscheinung beobachtet. Und wenn man mit einem guten Instrument das allmälige Werden dieser Bilder verfolgt, so wird man sich der Ueberzeugung nicht verschliessen können, dass die Wirkung einer 15% Harnstofflösung auf diese zarten Organismen sich ungefähr ebenso verhalte, wie der kraftvolle Kiefer eines hungrigen Fleischerhundes zu einem Weissbrödchen. Niemand wird sich wundern, wenn da nach kurzer Zeit sehr abenteuerliche Formen entstehen. Die Blutkörperchen finden sich in der That unter ähnlichen Bedingungen, wenn wir sie durch unsere Reagentien »durch unsere Messer« zerlegen, durch Messer, die wir so wenig in der Gewalt haben, die schonungslos zerstören, die in einem und demselben Präparat so verschieden wirken, hier noch mit voller Schärfe, dort schon abgestumpft eingreifen und dabei ihre hülflosen Opfer anfallen, die einen noch jung, andere in voller Reife, noch andere greisenhaft schwach, schon der eigenen Auflösung nahe. Wie wäre sonst eine solche Musterkarte von abenteuerlichen Formen denkbar (s. bei **Preyer** z. B. Taf. XV, Fig. 8—35), wie sie jeder Blutstropfen darbietet, sei er der Einwirkung des Harnstoffs ausgesetzt oder der Borsäure, der Wärme, der Electricität, oder in ein Extravasat eingeschlossen. Doch bleiben wir bei der Wirkung des Harnstoffs. Bei jener ebenerwähnten Lösung, die man so gern anwendet, werden Blutfarbstoff und Stroma durch einander geknetet, gemischt, verändert, in einem

Grade, den wir nur theilweise aus den heftigen »Stössen« des Körperchens begreifen können.

Hensen meinte, als er an den abgeschnürten Kugeln nach Zusatz eines Reagens noch eine Membran erkennen wollte, der Harnstoff habe in solchen Fällen wohl die Membran erweicht, nicht aber das Protoplasma. Wenn man die Art der Zerstörungen verfolgt, wird man sagen müssen, dass der Harnstoff nicht nur die Membran, wenn eine solche vorhanden, sondern auch das Stroma erweicht habe, dass er namentlich die characteristische Structur vernichtet und das Ganze in einen zähflüssigen Brei verwandelt habe. Das Stroma müsste eine absonderliche Widerstandsfähigkeit besitzen, wenn es diesen Angriffen Widerstand leisten, wenn es nur geringe Veränderungen erfahren sollte. Dass dem so sei, haben Schmidt und Schweigger-Seidel nachgewiesen und jeder aufmerksame Beobachter kann sich davon überzeugen. Ist diese Auffassung von der Wirkung des Harnstoffs richtig, und nahezu die meisten Agentien verhalten sich darin gleich, dann kann man verstehen, warum die von einem farbigen Blutkörper abgeschnürten Tropfen wieder mit dem Mutterkörper ohne weiteres zusammenfliessen. Die Wiedervereinigung wäre undenkbar, wenn auf dem Mutterkörper noch eine festere Grenzschicht vorhanden wäre. Nicht allein diese ist längst zerstört, sondern auch Blutfarbstoff und Stroma in eine ziemlich gleichmässige Mischung gebracht, die mit andern gleichveränderten Massen zusammenfliessen kann. Darin liegt nichts überraschendes. Es wäre überraschend wenn sie nicht zusammenflössen.

Doch die Beobachtung der ersten Einwirkung des Harnstoffs, die Rückstösse der Kugel, das Auftauchen und Verschwinden der hellen Flecke, das Auffinden des Stroma an den abgeschnürten Kugeln, nachdem sie sich entfärbt, macht einige Mühe, bleiben wir bei den landläufigen Zacken und Kolben. Was müssen das für osmotische Vorgänge sein, dass solch abenteuerliche Gestalten entstehen können! Ausdrucksvolle Stossseufzer des sterbenden Blutkörperchens sind es doch wohl nicht, diese Kolben und Zacken, die es hülflos dem Reagens entgegenstreckt. Es sind also die Folgen mechanischer Eingriffe der Zusatzflüssigkeit. Von chemischen Wirkungen will ich schweigen, weil wir kaum etwas davon wissen, aber diese mechanischen Eingriffe, diese Zerstörungen sehen wir. Und nachdem es uns glücklich gelungen, das Blutkörperchen in Fetzen zu reissen, zu Brei zu zerstampfen und durch Kälte oder den Blitz zu zerstören, rufen wir lächelnd: das kommt eben daher, dass es keine Membran besitzt, nach einer Misshandlung, die in gleichem Verhältniss gedacht, selbst die Knochenschwarte eines vorweltlichen Sauriers spurlos vernichtet hätte.

Wenn man die Reagentien in einem solchen Concentrationsgrad und solcher Schonungslosigkeit wirken lässt, kann es freilich nicht an Beweisen fehlen von dem Mangel einer Membran. Doch untersuchen wir einmal, wie viel Berechtigung der andere Einwurf habe, die Membran, welche man nach einer schwächern Einwirkung des Harnstoffs oder anderer Agentien finde, sei Kunstproduct. Böttcher hat schon eine schlagende Thatsache dagegen vorgebracht, aber sie fand vielleicht um deswillen wenig Beachtung, weil er trotz alledem selbst die Existenz einer Membran im Princip läugnet. Bleiben wir also dabei, jedes Reagens vermag bei einer bestimmten Concentration künstlich eine Membran zu erzeugen.

Das Zusammenfliessen der von einem Blutkörperchen abgeschnürten Tropfen oder Zacken hat man schon wiederholt gesehen. Der Vorgang, selbst der Moment der Wiedervereinigung, bietet nichts besonderes Auffallendes. Wie nun, wenn nicht Partikel zusammentreffen, wenn die Vereinigung zweier nur rund gewordener sonst aber unversehrter gefärbter Blutkörperchen zu Stande kommt?

Das Ereigniss, wobei aus zwei rothen Blutkörperchen Eins wird, geschieht nicht langsam, wie bei der Umarmung der Amoeben, sondern mit einem überraschenden Act, mit einem »Ruck«. Rollet schildert diesen Vorgang (Stzgsbchte. 1865. p. 188) so: zwei eben unter electrischen Schlägen kugelig gewordene Blutkörperchen legen sich aneinander, bald flachen sich die aneinander grenzenden Convexitäten ab, die Berührung wird eine ausgedehntere, die Grenzlinie verschwindet mit einem Ruck spurlos und nun existirt eine grosse zweikernige Kugel. Für Böttcher, der dieselbe Erscheinung beobachtet, ist sie gerade wie für Rollet ein Beweis, dass die Membran fehle. Aber Henle macht hierzu eine treffende Bemerkung (Jahresbericht 1866). »Ich wüsste nicht, was der »Ruck« bedeutet haben könnte, wenn nicht die plötzliche Beseitigung eines Hindernisses, welches der Vereinigung der Körperchen im Wege stand, und dies kann doch nur etwas wie eine Membran gewesen sein, die durch irgend einen Zufall an der Berührungsfläche der Körperchen zerstört wurde«. Die Gegner einer Membran werden kaum die Richtigkeit dieses Schlusses bestreiten, aber sie werden sagen »allerdings, aber diese Membran ist Kunstproduct«. Sie sprechen also von einem Kunstproduct, auch wenn sie es nicht sehen, denn so lange die Kugel noch gelb ist, kann man nie eine Membran, auch eine künstliche, nicht sehen. Sie verfallen in denselben Fehler, den sie den Anhängern beständig vorwerfen.

Aus optischen Gründen können weder Anhänger noch Gegner am rothen Blutkörperchen eine Membran sehen, sie können nur auf

Gründe gestützt dieselbe voraussetzen oder verwerfen. Vergessen wir nicht, welch' Hinderniss für alle unsere Beobachtungen am rothen Blutkörperchen darin liegt, dass wir von den Veränderungen im Innern nur selten etwas wahrnehmen können, so lange der Farbstoff dasselbe erfüllt. Jene ganze Reihe zerstörender Wirkungen, welche mit der Vernichtung des Farbstoffes endigt, geht nahezu spurlos vorüber für unser Auge, und immer muss der Natur der Sache nach die endliche Annahme oder die Negation einer Membran geschehen durch eine Schlussfolgerung von einem wahrnehmbaren Vorgang auf eine unsichtbare Structur.

Und dasselbe Verfahren hat sich bis heute wiederholt; denn die Beobachtung mit jedem Reagens führt schliesslich an dieselbe Grenze. Es lässt sich z. B. die Frage, ob die rothen Blutkörperchen im frischen Zustand eine Membran besitzen, auch nicht mit Hülfe der Borsäure entscheiden. Wenn Reagentien überhaupt eine Membran künstlich erzeugen, dann geschieht das auch sicherlich durch Borsäure, und dass dem so sei, davon kann sich jeder überzeugen, der Formen wie in Fig. 14, 15, 16, 27, 28, 29 vor sich hat. Aber es kommen auch andere zu Gesicht, die nach stundenlanger Behandlung mit Borsäure, mit Ueberosmiumsäure u. s. w. nach tagelangem Liegen in Wasser keine Membran zeigen (Fig. 29—35). Glaubt man vielleicht in diesen Säuren oder in dem Wasser bliebe die Bildung der Membran so lange aus, als der Farbstoff unversehrt sei, und erst mit seiner Zerstörung entstehe die Membran? Sicherlich nicht, selbst die hartnäckigsten Gegner werden nun sagen, sie ist vorhanden, aber sie ist während der Anwesenheit des Farbstoffs unsichtbar — mit seiner Zerstörung lässt sie sich erst erkennen. Mit andern Worten, sie schliessen gerade wie die Anhänger es machen, von dem was sie sehen, auf Etwas was sie nicht sehen.

Die Gegner setzen eine durch Reagentien entstandene künstliche Membran voraus, die Anhänger eine natürliche. Nun kommt es darauf an, auf welcher Seite die Stärke der Gründe liegt.

Diejenigen, welche durch Reagentien eine Membran entstehen lassen, müssen consequent weiter sagen, dass alle Reagentien, in dem Augenblick der Berührung eine Membran erzeugen; daraus folgt weiter, dass die Reagentien die kaum entstandene auch sofort wieder vernichten. Ich erinnere nur an den Harnstoff. Nachdem mir diese Voraussetzung wenig zusagt, gehöre ich seit langer Zeit zu denjenigen, die an die Existenz einer Membran im frischen Zustande glauben, welche durch Reagentien nach Verlust des Farbstoffs sichtbar werden kann. Ist das nicht der Fall, so ist sie durch die Wirkung der Reagentien vernichtet. Auf diesem Wege erklärt sich mir die Erscheinung des Berstens ungezwungener — wir Anhänger deuten sie so, dass eine schon durch die

Organisation vorhandene Membran reisst, die andere Partei lässt eine erst künstlich entstandene bersten.

Das Letztere hätte nun gerade nichts sehr Auffallendes, wenn es nicht so rasend schnell ginge. Bringt man einen Tropfen Blut dicht an den irgend eines Reagens, so dass erst durch das Deckglas sich die beiden Flüssigkeiten berühren, so hat man die grösste Eile nöthig, um das Bersten an der Berührungsstelle zu sehen. Innerhalb einiger Secunden (2–3) müsste also die Membran entstehen und vergehen! Ist für mich etwas zu schnell, ich glaube daher lieber, das Bersten rührt von der Membran her, die schon im frischen Zustand vorhanden war.

Wendet man nicht allzu feindliche Concentrationsgrade an, so kann man mit den meisten Reagentien eine Membran nach der Entfärbung des rothen Blutkörperchens erkennen. Sind dieselben Mittel zu concentrirt — so findet man keine Membran. Und dieser Verschiedenheit kann man begegnen in demselben Präparat, je nachdem man bekanntlich die Berührungsstelle der beiden Flüssigkeiten untersucht oder die ferner liegenden Bezirke. Bei der Annahme einer schon vorhandenen Membran ist die Lösung dieses Räthsels einfacher. Es will mir wenigstens nicht einleuchten, warum die stärkere Concentration keine Gerinnung auf der Oberfläche des rothen Blutkörperchens bedingen soll, während die schwächere das mit vieler Regelmässigkeit zu Stande bringt.

Wenn schwache Concentrationsgrade stets eine Membran deutlich werden lassen, welche stets das gleiche Aussehen hat, wie dies bei Säuren und Alkalien, Wasser und Electricität, Kälte und Wärme, im Harn und in Wunden der Fall ist, so hat man doch mehr Berechtigung zur Annahme, die von der Natur vorhandene werde unter den verschiedensten Umständen sichtbar, als dass man glauben sollte, die stärksten Contraste verursachten immer dieselbe Erscheinung.

Ein weiterer Beweggrund, die Existenz einer Membran vorauszusetzen, liegt für mich in dem Unterschied, welcher diese Membran vor dem Inhalt auszeichnet. Das Stroma kann gefällt werden, coaguliren, schrumpfen, sich aufblähen, körnig werden, die Membran bleibt in denselben Fällen, soweit man bisher beobachtet hat, unverändert, glashell.

Wenn nach Behandlung mit Tannin das rund gewordene Blutkörperchen platzt, und jene ebenerwähnte Wolke von Stroma sich langsam entleert (Fig. 10), so muss eine natürliche Hülle nothwendig kleiner werden. In der That dies geschieht, die Membran zieht sich wie eine stark gespannte Kautschukblase langsam zusammen, und presst wie jene aus der verhältnissmässig kleinen Oeffnung den Inhalt heraus. Sie kann um zwei Drittel ihres früheren Umfanges kleiner werden, ohne eine

Falte zu bilden, was man wahrscheinlich von einem Gerinnsel nicht mittheilen kann[1].

Wenn Membranen sich »umklappen«, wie dies Rindfleisch an rothen Blutkörperchen in den Extravasaten gefunden, oder ich nach Zusatz namentlich der Essigsäure oftmals beobachtete, so gehört dazu einige Elasticität, und Gerinnsel dürften sich schwerlich ebenso verhalten.

Man sieht, die Anhänger einer Membran haben für ihre Meinung wenigstens ebensoviel Gründe als die Gegner. Das Bild, das ich auf Grund meiner Erfahrungen von dem Froschblutkörperchen entwerfe, ist folglich wesentlich verschieden von dem in Stricker's Handbuch. Die rothen Blutkörperchen der Frösche sind biconcave elliptische Scheiben. Aus dem Centrum der Concavität erhebt sich auf beiden Flächen eine ovale Erhöhung, die grösstentheils durch den Kern bedingt ist. Die glashelle, elastische Membran, welche erst nach Entfernung des Farbstoffs sichtbar wird, umschliesst ein dichtes Gefüge (Netzwerk) von feinen nur leicht granulirten Eiweissfäden. Diese bilden in ihrer Totalität das Stroma. Das Stroma ist farblos. In den kleinen Räumen, welche die Fäden des Stroma zwischen sich lassen, sitzt das Hämoglobin. Die weichen elastischen Eiweissfäden sind zwischen Membran und Kern ausgespannt. Nur durch einen gewissen Grad ihrer Spannung ist die characteristische Form des Blutkörperchens möglich. Gegen eine allzu starke Verkürzung der Fäden wirkt das in den Maschenräumen vertheilte Hämoglobin.

Ich will meine Ansicht in Kürze begründen, soweit dies durch die früheren Mittheilungen nicht schon geschah.

Was die Berechtigung giebt, das Blutkörperchen vom Frosch biconcav zu nennen, bedarf wohl keiner besonderen Auseinandersetzung. Wenn die Concavität nicht so auffallend in die Augen springt wie bei den Säugethieren, so rührt dies eben von der Anwesenheit des Kernes her. Die Existenz der Concavität lässt sich ja leicht nachweisen. Eine vollendete Abbildung dieser biconcaven ovalen Scheibe hat Rollet gegeben (Stricker's Handbuch Fig. 68^b). Welker hat auf seinen Modellen die centrale Depression ebenfalls deutlich markirt. Am schärfsten ist sie an den getrockneten Blutkörperchen zu sehen mit Wales's Illuminator Fig. 2.

---

[1] Die Annahme eines Oekoid hätte eine bedeutende Stütze erhalten, wenn die Grenzschicht des rothen Blutkörperchens nicht zusammenfallen, wenn sie stets in ihrer früheren Gestalt weiterschwimmen würde.

Ich brauche wohl kaum hervorzuheben, dass der Nachweis dieser Form bei den ovalen Blutkörperchen aller Kaltblüter, ferner der Vögel und derjenigen Säuger, welche ovale Blutkörperchen besitzen, einen werthvollen Beitrag lieferte für die Aehnlichkeit dieses elementaren Gebildes in der ganzen Reihe des bewirbelten Thierreiches.

Die Farblosigkeit des Stroma und die Existenz zahlreicher kleiner zusammenhängender Räume, in denen das Hämoglobin vertheilt ist, scheint mir aus der Wirkung verschiedener Reagentien hervorzugehen. Wenn es Einflüsse giebt, unter welchen das rothe Blutkörperchen sich spalten lässt in Kern und Stroma einerseits, und den Farbstoff andererseits, so darf man daraus, glaube ich, schliessen, dass beide Substanzen innerhalb der Membran einen gewissen Grad von Selbständigkeit besitzen. Man wird sich den Farbstoff in loserem Zusammenhang wohl als den leichter zerstörbaren in Form einer äusserst weichen schleimigen Eiweisssubstanz vorstellen und sagen müssen, er finde sich in den zusammenhängenden Spalten des farblosen aber festeren Stroma. Ein Reagens, das leicht diese Trennung zu Stande bringt, ist der Harnstoff und zwar in einer Lösung von 8%. An vielen Körperchen öffnet sich die Membran an einer bestimmten Stelle und lässt Kern sammt dem farblosen Stroma heraustreten. Der Farbstoff bleibt noch längere Zeit als eine gelbliche Kugel bei Seite liegen (Fig. 3).

Ein weniger eingreifender Weg ist der Einschluss des Blutkörperchens in ein Blutcoagulum. Rindfleisch hat darüber berichtet und seine Worte lauten: Die flachen rothen Blutkörperchen werden kuglig, die Membran platzt und der Zellinhalt zersetzt sich in eine gefärbte und eine ungefärbte Substanz. Die gefärbte scheidet sich in kleinen Tropfen aus, welche in der Flüssigkeit suspendirt bleiben, ebenso wie die ungefärbte Substanz, welche den Kern einschliesst. In solchen Fällen scheidet sich also das Hämoglobin aus in Form einzelner kleiner Tropfen. Beim Zusatz von Anilin zu dem in Blutextravasat eingeschlossenen rothen Blutkörperchen verschwindet der Farbstoff — die Membran wird deutlich, und nebenan liegt das farblose Protoplasma mit Kern.

Hierher gehört die Erscheinung, dass der Farbstoff verschwindet, ohne dass sich die ovale Form ändert. Jene Elemente, welche diese merkwürdige Gestalt bedingen, die Stromafasern, werden durch die Zerstörung des Farbstoffs nicht alterirt. Ich erinnere an den Einfluss der Essigsäure. Die durch Kälte entfärbten ovalen oder elliptischen Reste der Blutkörperchen zeigen noch eine ähnliche Dehnbarkeit und Elasticität, wie die intakten Blutkörperchen (Rollet).

Auch jene farblosen kernhaltigen Zellen »nucleated cells uncoloured Stage« von Wharton Jones fallen hier in die Wagschale. Böttcher betrachtet sie zwar als im Untergang begriffene Formen, und Bode p. 15 als Zersetzungsproducte farbiger Körperchen, aber es ist für unsere Frage gleichgültig, ob diese Blutzellen in progressiver oder regressiver Metamorphose begriffen sind, ja es wäre selbst gleichgültig, wenn es sich herausstellte, dass sie im kreisenden Blut überhaupt nicht vorkommen[1]), jedenfalls kann man nicht sagen, die an ihnen bemerkbare Membran und der deutlich sichtbare feingranulirte Character des Inhaltes sei durch Reagentien hervorgerufen. Kurz innerhalb des sog. frischen Blutes giebt es Blutkörperchen mit Kern und leicht granulirtem Stroma, welche farblos sind — für mich ein Zeichen, dass das Hämoglobin ein im Innern der Zelle theilweise selbständiges Element ist, ein halbweicher, leicht trennbarer Eiweisskörper. Dafür sprechen ferner eine Menge der verschiedensten und längst bekannten Experimente. Sie zeigen, wie man in dem einen Fall das Stroma sammt der Membran vernichten könne, ohne dass der Farbstoff seine chemischen und physiologischen Eigenschaften verliert, und in dem andern gerade umgekehrt, zwar die Form, Stroma, Membran unverändert bleibt, das Hämoglobin dagegen zerstört wird. Wasser löst die Blutkörperchen völlig auf, das Hämoglobin ist dagegen, wenn auch verdünnt, im Stande Kohlensäure und Sauerstoff abwechselnd aufzunehmen und abzugeben. Rollet's Versuche verdienen hier volle Beachtung. Arterielles wie venöses Blut macht der Entladungsstrom durchsichtig; ist er lange angewendet worden, dann ist das Stroma vernichtet. Qualitativ ändert sich aber das Verhalten des electrisirten Blutes zu O und CO_2 nicht. Kohlenoxydgas hat auf das Stroma des rothen Blutkörperchens keinen sichtbaren Einfluss, aber die physiologischen Eigenschaften des Hämoglobin sind in hohem Grade alterirt, so dass die Substitution irgend eines andern Gases von nun an unmöglich ist. »Unter dem Mikroskop zeigen die Körperchen solchen Blutes noch dieselben successiven Formenwechsel, wie die unveränderten Blutkörperchen« (Rollet). Das Stroma blieb also durch Kohlenoxyd unverändert, und musste auf den Entladungsstrom sich verhalten wie das des reinen Blutes, ergo folgt daraus die Richtigkeit meiner Thesis: Farbstoff und Stroma sind zwei von einander trennbare und selbständige Elemente der Blutzelle. Der halbflüssige Farbstoff füllt die kleinen Räume des Stroma.

Ich stelle mir das Verhältniss von Stroma und Hämoglobin so vor, wie Neumann das von Stroma und Protoplasmaflüssigkeit an den weissen Blutkörperchen (Arch. f. Anat. u. Phys. 1867. p. 41). Das Stroma hält das Hämoglobin theils in geschlossenen Räumen mechanisch fest, theils ist es mit ihm durch die Kraft der Adhäsion verbunden.

---

1) Was übrigens kaum festzustellen ist.

Für den Zusammenhang der Stromafäden mit der Oberfläche des Kerns und der begrenzenden Membran, ferner für einen gewissen Spannungszustand dieses Stroma, der dem Tonus der Muskeln analog wäre, lassen sich zahlreiche Erscheinungen anführen. Doch ich will nur die eine hervorheben, welche theilweise neu und zugleich sehr auffallend ist.

Schon oben wurde erwähnt, dass Zusatz von Wasser die rothen Blutkörperchen schrumpfen mache. Das klingt paradox, und widerspricht den geläufigen Vorstellungen. Aber die Thatsache lässt sich nicht bestreiten. Ja noch mehr, die rothen Blutkörperchen verharren in diesem Zustande der Schrumpfung oft mehrere Tage (Fig. 11, 12, 34, 35, 36, 37, 38). Diese Wirkung des Wassers zwingt zu der Annahme, dass die ovale Form von Eigenthümlichkeiten der Organisation herrühre, und nicht wie **Beale** meint von Bedingungen, unter welchen die Circulation von Statten geht. Man muss wohl diese durch Wasser entstandenen Bilder auf eine Erstarrung des Stroma zurückführen, ähnlich vielleicht der Todesstarre, auf eine Gerinnung. Durch diese Gerinnung tritt gerade wie bei dem Muskel eine Verkürzung ein, und nachdem die Membran kein Hinderniss der Verkürzung entgegensetzt, sehen wir jene Formen, die wir als geschrumpfte rothe Blutkörperchen bezeichnen. Die Gerinnung kann eine sehr vollständige sein und damit der Einfluss auf die Form sehr grell hervortreten (s. Fig. 11 und 12), oder sie ist unvollständig und erstreckt sich nur auf einige Bezirke des rothen Blutkörperchens in höherem oder geringerem Grade [1]. Geschah die Gerinnung vorzugsweise auf der einen Seite, so rollt sich das Blutkörperchen wie ein Blatt (Fig. 34, 35). In demselben Präparat begegnet man Blutkörperchen, an denen die Erstarrung sich in einzelnen Bezirken gelöst hat unter der langen Einwirkung des Wassers; in andern nicht, deren eine Hälfte kaum verändert scheint, während die andere wie ödemates geschwollen ist. So war z. B. in Fig. 36 die Erstarrung des Stroma in der Umgebung des Kerns noch stark, an den Rändern hatte sie nachgelassen, es zeigten sich die Erscheinungen der Quellung — der Vergrösserung über den normalen Zustand hinaus. In Fig. 37 war die Verkürzung auf der einen Hälfte des Körperchens noch deutlich bemerkbar, in der andern fanden sich die Folgen der Wasseraufnahme. Bei noch andern ist die Quellung noch weiter gediehen; nur mehr an Einem Punct zeigt sich die Verkürzung in Form einer Delle — die farblos erscheint, und sonst wohl auch Vacuole genannt wird (Fig. 38).

---

[1] Eine weitere Schilderung all' der möglichen Variationen scheint mir z. Z. überflüssig.

Für die Beachtung der Thatsache, dass Wasser Schrumpfung bedingt, sind einige andere Formen nicht minder lehrreich. Oft findet man auf der Oberfläche der rothen Blutkörperchen helle Stellen, Flecke, unregelmässig zerstreut. Es sind Vertiefungen, durch eine partielle Gerinnung des Stroma bedingt. Man findet alle möglichen Formen; bald sieht das rothe Blutkörperchen hell gefleckt aus mit grossen oder kleinen Tupfen besetzt (Fig. 39, 40), oder quergestreift (Fig. 41), oder es sind die Vertiefungen radienartig um den Kern gestellt (wie bei der Fig. 71 *a* und *b* in Stricker's Handbuch, Rollet). Die Wirkungen des Wassers auf die rothen Blutkörperchen sind sehr wechselnd, das lässt sich nicht läugnen[1]. Bald beginnt die Gerinnung des Stroma in den Randschichten, und die Masse des Hämoglobin wird nach dem Kern gedrängt (Fig. 11 und 12), oder die Gerinnung erfasst die um den Kern liegende Masse, und der Farbstoff füllt die Randpartien. In dem ersteren Fall erscheint der Kern wie ein fixer Punct, gegen den die Membran herangezogen wird.

Ich sehe nun in der Schrumpfung der rothen Blutkörperchen nach Zusatz von Wasser ein Festwerden des Stroma und eine Bestätigung meiner Hypothese, dass dasselbe zwischen Kern und Membran ausgespannt sei. Die Wirkungen anderer selbst sehr verschiedener Einflüsse lassen sich, wenn sie ähnliche Formveränderungen hervorbringen, wie mir scheint, nur durch eine Gerinnung, durch ein Festwerden dieses Stromagerüstes erklären. Schon Eingangs wurde erwähnt, dass die Borsäure eine ähnliche Schrumpfung zu Stande bringe wie Wasser (Fig. 11 und 12), (Brücke). Hühnefeldt hat sie mit kohlensaurem Ammoniak und Salmiak, Rollet auch bei Anwendung anderer Salzlösungen gesehen, Hensen nach Zuckerwasser, ich jüngst wieder nach Zusatz von Pyrogallussäure, Tannin, Harnstoff und Ueberosmiumsäure. Aber auch die einfacheren Formen der Schrumpfung sind constant. Ich citire zum grössten Theil Rollet, wenn ich sage, dass bei Zusatz der erwähnten Substanzen oder vieler Salzlösungen die Blutkörperchen wie bei der Wasserwirkung sehr gleichmässig gefleckt sind, indem farbige und farblose Stellen sehr regelmässig miteinander abwechseln. Oder es erscheinen, senkrecht zur langen Achse, über die Breitenflächen hinlaufende Wülste (Fig. 43 *a* und *b*), und blassere oder farblose Zwischenräume zwischen denselben, mit andern Worten, es entstehen Gerinnungen des Stroma in der verschiedensten Ausdehnung. Bald strahlenförmig, bald reihenweise, kurz eine wechselvolle Reihe von Wirkungen auf das Blutkörperchen.

---

[1] Ich habe schon wiederholt erwähnt, dass ich diese Beobachtungen nur an nicht defibrinirtem Blute gemacht habe.

Es giebt unter all den erwähnten Substanzen zwei, welche dieselbe Reihe von Veränderungen, wie sie Wasserzusatz langsam hervorruft, unter den Augen — rasch — entstehen lassen, nämlich Borsäure und Ueberosmiumsäure. Ich will jedoch nicht davon reden, wie die peripheren Partien (s. Fig. 41 und 42), oder die centralen hauptsächlich die Wirkung zeigen (Fig. 43 *a*, *b* und 44); wichtiger sind die sonst wenig beachteten Uebergangsstufen (Fig. 39, 40) deswegen, weil die farbigen und farblosen Stellen entstehen und allmälig wieder untergehen. Man kann nicht sagen, dass an diesen Stellen der Farbstoff vernichtet sei, oder verändert, denn allmälig dringt vom Rande her die gelbe Fluth wieder herein. Der Farbstoff war also nur verdrängt. Für mich darin ein neuer Beleg, dass Wasser und eine Menge anderer Substanzen eine partielle Gerinnung hervorrufen und damit eine partielle Schrumpfung[1]. Vom Rande der hellen Stellen her geschieht die Lösung der coagulirten Massen, vielleicht dadurch, dass der übrige Inhalt die Wirkung der noch geringen Säuremenge neutralisirt.

Aehnlich wie Wasser und wie die erwähnten Substanzen wirkt auch die Kohlensäure. Wenn das Blutkörperchen in einem etwas verdünnten Serum sich befindet, berichtet S. Stricker (Pflüger's Archiv 1868), dann genügt eine Spur von Säure um folgendes Bild hervorzurufen: der gefärbte Leib zieht sich von der Membran zurück und ballt sich um den Kern herum (Fig. 11 u. 12); so wie aber ein Ueberschuss zugesetzt wird, verbreitert sich der gefärbte Leib wieder, bis dessen Grenzen mit denen der Membran zusammenfallen. Tauscht man nun die Kohlensäure gegen atmosphärische Luft aus, so kehrt das alte Bild wieder.

Ich nehme an, dass das Stroma des Leibes schon im frischen Zustand vorhanden sei, Stricker vermuthet einen Körper, der unter dem

---

[1] Nachdem das Licht an diesen farblosen Stellen das Stroma ungehindert passirt, und diese sehr hell erscheinen, hat man mit Recht von Vacuolen gesprochen. Aber nicht alle hellen Flecke sind so zu deuten. Ich erinnere nur an die oben geschilderten hellen Inseln bei Harnstofflösungen. Dort entstehen sie offenbar dadurch, dass das Stroma auf kleine Bezirke zusammengedrängt wird, und der Farbstoff ausweichen muss. Andere helle Flecke, die offenbar den Eindruck von kleinen Alveolen machen, rühren von glänzenden Tröpfchen im Innern der rothen Blutkörperchen her (Fig. 42). Leydig gedenkt farbloser Lücken an den rothen Blutzellen vom Frosch und Landsalamander, die man im Winter wahrnimmt und zwar bald eine einzige grössere, bald einen Trupp kleinere (Lehrbuch d. v. Histologie p. 449). Remak vermuthet, dass die reichliche Pigmentbildung in der Leber und Milz während des Winterschlafes die Blutkügelchen um einen Theil ihres Farbstoffes beraube. Die eben erwähnten Lücken sind, wie ich wohl vermuthen darf, identisch mit den von mir unter denselben Umständen gesehenen glänzenden Tröpfchen, und also keine Vacuolen.

Einfluss des Wassers erst ausgeschieden wird. Diese Verschiedenheit der Voraussetzung hat eine Verschiedenheit in der Deutung zur Folge. Ich sehe in der Wetzsteinform, die nach Wasserzusatz entsteht, eine Quellung und dadurch eine verminderte Spannung des ursprünglichen Stroma, S. Stricker eine mächtige Contraction durch Erstarren, durch Festwerden des Zooïd. Wenn sich der Leib zum Klumpen ballt, ist das Stroma nach Stricker's Ansicht fest ausgeschieden, und ich sage, das (gequollene) Stroma wird nach Zufuhr der CO_2 coagulirt, und die damit verbundene Verkürzung ist es, welche den Leib zu einem Klumpen ballt. Nach meiner Deutung ergeben die Experimente S. Stricker's, dass CO_2 das unversehrte Stroma nicht anzugreifen vermag[1], dagegen das in Wasser gequollene coagulirt und die bekannte Form der Schrumpfung hervorruft. Wird ein Ueberschuss von Säure zugesetzt, so löst sich der Niederschlag, wie bei vielen andern Säuren, die Schrumpfung hört auf; entfernt man einen Theil der Säure durch atmosphärische Luft, so kehrt das alte Bild wieder; nach meiner Deutung entsteht durch Entfernung des Säureüberschusses von Neuem der Niederschlag und damit die Schrumpfung.

Aus den angeführten Beobachtungen über die Schrumpfung des rothen Blutkörperchens ergiebt sich, dass sie keineswegs im Widerspruch stehen mit meiner Annahme von dem Zusammenhang des Stroma mit der Oberfläche des Kerns und der begrenzenden Membran. Die Schrumpfung erscheint als die Folge einer Gerinnung dieses Stroma.

Vergrösserung der rothen Blutkörperchen und zwar in toto oder in dem Bereich einzelner Durchmesser scheint mir aber geradezu ein Beweis für meine Vorstellung vom Bau derselben und nur durch eine solche Structur begreiflich.

Ich will zuerst die Vergrösserung der rothen Blutkörperchen in toto erwähnen. Eine der auffallendsten Formen ist jene schon vielfach erwähnte plötzliche und gleichmässige Erweiterung aller Durchmesser unter der Einwirkung von Säuren[2], wobei aber der Farbstoff im Moment der Erweiterung meist verschwindet. Es sind bestimmte Concentrationsgrade der Essigsäure, welche diese Erscheinung mit der grössten Regelmässigkeit bedingen. Mit einem sichtbaren Ruck wächst der Umfang. Das Stroma wird durch einen Säureüberschuss theilweise gelöst; wenn dies in allen Durchmessern gleichmässig geschehen ist, lässt die Spannung desselben nach und es erfolgt die Erweiterung, bis die Ausdehnung des Inhaltes und die Elasticität der Membran einander das Gleichgewicht halten (Fig. 34). Bisweilen ist die Erweiterung so rapid, dass die Membran an irgend einer Stelle einreisst und der Inhalt gleichsam herausgeschleudert wird. Ich betone, dass die Spannung des Stroma in einem bestimmten Verhältniss zu der verschiedenen Länge der Durchmesser geändert werden muss, soll nicht die ellipsoide Form verloren gehen. Nur unter solchen Umständen ist die Erhaltung derselben denkbar.

---

[1] Man bekommt bekanntlich auf Zuleitung von CO_2 zu frischem Blut gar keine nachweisbaren Veränderungen.

[2] Siehe hierüber Kneuttinger.

Wenn Blutkörperchen rund werden, so wie man das nach Zusatz von Wasser oder wässrigen Lösungen bemerkt, dann erscheinen dieselben bekanntlich kleiner, sie nehmen diejenige Gestalt an, welche bei gegebener Oberfläche den grössten Körperinhalt besitzt; der Halbmesser der Kugel ist kleiner, als der Quer- und Längsdurchmesser der normalen Form. Doch es wäre falsch zu vermuthen, dass die Masse der gelben Kugel eine gleichmässige Mischung der Bestandtheile enthalte, das weitere Verhalten verbietet eine solche Auffassung. Die Lösung des Stroma ist erst theilweise geschehen. Denn vor dem Erblassen vergrössert sich die Kugel, sie schwillt an, und zwar gleichmässig nach allen Durchmessern (Fig. 33), soweit es die Elasticität der Membran gestattet, und diese Erscheinung kann man wahrnehmen in demselben Präparat, das nach Zusatz z. B. von Essigsäure die Vergrösserung mit Beibehalten der ellipsoiden Form hervorbrachte. Diese letztere Form findet sich dann an der unmittelbaren Berührungsstelle der beiden feindlichen Stoffe, die erstere in den tieferen Schichten des Blutes, dort wo die zerstörende Wirkung aus naheliegenden Gründen eine langsamere ist. In dem ersten Fall geschieht das Quellen des Stroma so lange es noch mit der Membran in Verbindung ist — im zweiten erst, nachdem es von der Membran durch Wasser gelöst wurde.

Ich habe diese merkwürdigen Erweiterungen auch nach Zusatz von Anilinblau, von 1% Borsäure und bei langsamer Erwärmung gesehen. Früher begegnete mir dieses Phänomen nur bei gleichzeitigem Verlust des Farbstoffs, aber neuerdings sah ich eine ruckweise Anschwellung, während der Blutfarbstoff noch am Platz blieb (Fig. 34 und 33).

Es ist gewiss sehr wahrscheinlich, dass das Loslösen der Membran vom Stroma unter den verschiedensten Abstufungen, bald schnell, bald langsam, bald vollständig, bald nur theilweise geschehen werde. In der That giebt es eine Menge Zeichen, welche eine solche Vermuthung als richtig erweisen. Nur durch eine rasche aber unvollständige Lösung dieser Verbindungen zwischen Kern und Membran und die darauf folgende heftige Verkürzung lässt es sich erklären, dass oft nach Wassereinwirkung der Kern im Innern des Körperchens, wie mit einem Ruck verschoben wird, während das Körperchen selbst wie in Folge eines Rückstosses, in entgegengesetzter Richtung sich fortbewegt. Der Kern liegt dann excentrisch im Körperchen (Fig. 16). Solche Vorgänge treten nicht nur bei der Wasserwirkung ein, Säuren, Alkalien, Harnstoff, Wärme, Borsäure, Anilin wirken oft in derselben Weise.

Hierher gehören ferner die häufigen Angaben über Ortsveränderung des Kerns. So hat Brücke (B. d. Blutkpchn. p. 81) mitgetheilt, dass nach Anwendung der Borsäure die Achse des Kerns oft schief, ja in einzelnen Fällen sogar senkrecht gegen die lange Achse des Ellipsoids gestellt sei. Die Fig. 16 zeigt einen solchen Fall; an der einen Hälfte der Membran sind die Verbindungen gelöst, an der andern erhalten: der Kern muss der Ortsveränderung des Stroma folgen.

Ist ein solches Verhalten möglich ohne eine directe Verbindung des Stroma mit der Membran, lassen sich Bilder wie Fig. 16 erklären ohne einen solchen Zusammenhang?

Für einen directen Zusammenhang sprechen ferner die Beobachtungen von Rindfleisch. Ich erinnere an jene umgestülpte Membran, an die zurückgeschlagene Hülle, die noch an dem Stroma der rothen Blutkörperchen festhing. Ferner darf man hier an die Bemerkungen Böttcher's erinnern über den Character der Kernfortsätze am rothen Blutkörperchen nach Zusatz von Tannin (Fig. 9).

Die angeführten Fälle vom Einfluss der verschiedensten Agentien zeigen entweder Schrumpfung oder einen gewissen Grad eigenthümlicher Erweiterung, der die ganze Aufmerksamkeit verdient. Es sind immer niedere Concentrationsgrade und geringe Mengen jener feindlichen Substanzen. Geht man zu stärkeren Gemengen über, dann treten jene gewaltsamen Veränderungen auf, welche Brücke in seiner Abhandlung über die Wirkung der Borsäure so vortrefflich beschrieben hat. Sie beruhen auf einer Quellung (Ausdehnung des Stroma). Man hat den Eindruck, »als ob sich das Stroma durch seine Contraction aus seiner Umhüllung herausarbeite und letztere sich gleichzeitig zurückziehe«. Das bald allmälige, bald gewaltsame Lösen der zahlreichen Verbindungsfäden zwischen Kern und Membran, das Aufquellen derselben kommt genau in der von Brücke beschriebenen Weise zu Stande. Das aufquellende Stroma kann den Kern an eine Seite drängen, so dass seine Contour den der Membran überschreitet. Der Kern wird herausgepresst, »an der betreffenden Stelle ist der Contour unterbrochen, indem er an der Abdachung des Kerns mit einem schmalen lippenartig aufgebogenen Rande aufhört«. »Aus der Oeffnung ragt eine Partie des Kerns hernienartig hervor. Und ist das Stroma herausgetrieben, sieht man die glatte glashelle Membran mit unwiderstehlicher Deutlichkeit vor sich liegen«.

Wenn **Rollet** durch Entladungsschläge oder durch Druck auf das Deckglas den Kern aus der weichen Masse herauszutreiben vermochte, ohne dass diese letztere ihr rundliches glattes Aussehen einbüsste, (Stzgsbchte. 1862. p. 94), so ereignet sich offenbar dasselbe, was man bei Borsäure langsam verfolgen kann. Die Einwirkung auf das Stroma mag eine andere sein, der Vorgang selbst, die Art der Wirkung entzieht sich unserm Blick, wir sehen nur das Endresultat, und dies steht nicht im Widerspruch mit einem Bau des Blutkörperchens, wie ich ihn voraussetze, ebenso wenig, wie die Wirkungen der Borsäure oder anderer Stoffe.

Ich verzichte darauf, noch andere Erscheinungen, wie z. B. jene an den im Serum eingeschlossenen rothen Blutkörperchen zu erörtern, es wird sich dazu Gelegenheit bieten in einem weiteren Artikel über das Blut anderer Wirbelthiere. Nur soviel sei im Voraus bemerkt.

Die rothen Blutkörperchen der Säugethiere besitzen wie jene der niedern Wirbelthierklassen eine Membran.

Die Form ist abhängig von dem im Innern vorhandenen Stroma, das ähnliche Beschaffenheit besitzt wie das im rothen Körperchen des Frosches.

Was **Böttcher** als Kern des rothen Blutkörperchens bei Mensch und Säugethier bezeichnet hat, ist bald das isolirte Stroma gewesen, bald die geschrumpfte Membran, eine Deutung, zu der auch **Neumann** auf Grund seiner Versuche mit Electricität a. a. O. p. 35 gekommen ist, ebenso **Schmidt** und **Schweigger-Seidel** (Bemerkungen p. 195).

Die Erhöhung im Centrum der Concavität, welche man an getrockneten menschlichen Blutkörperchen bemerkt (Fig. 1), rührt von dem im Blutkörperchen existirenden Stroma her.

Erklärung der Abbildungen Taf. XXVI.

Fig. 1. Blutkörperchen vom Menschen getrocknet, bei auffallendem Licht mit **Wales**'s Illuminator gesehen. *a* Inmitten der centralen Depression eine kleine Erhebung; *b* geschrumpftes Blutkörperchen, *c* ein rothes Blutkörperchen ohne diese Erhebung; *d* idealer Durchschnitt eines menschlichen rothen Blutkörperchens (nach **Freer**).

Fig. 2. Rothes Blutkörperchen vom Frosch bei auffallendem Licht; *a* um den Kern eine centrale Depression; *b* rothes Blutkörperchen mit centraler Depression aber ohne Kern; *c* ein geschrumpftes Blutkörperchen; *d* idealer Durchschnitt (nach **Freer**).

Fig. 3. Wirkung der 8% Harnstofflösung: Trennung in Farbstoff und Stroma, im Innern des Stroma der Kern.

Fig. 4. Wirkung 2% Borsäure. Trennung des rothen Blutkörperchens in eine farblose und gefärbte Substanz, während die ovale Form noch besteht.

Fig. 5. Wirkung des Harnstoffs. Der Vorgang durchaus ähnlich dem vorigen — nur ist in diesem Fall die farblose Substanz in Zusammenhang mit dem Kern.

Fig. 6. Wirkung des Harnstoffs. Das rothe Blutkörperchen ist rund geworden.

Fig. 7. Wirkung des Anilin nach RINDFLEISCH.

Fig. 8. » » » nach FREY's Angabe hergestellt. Trennung der Membran vom Stroma, das den Kern enthält. In beiden Fällen färbte sich das Stroma hellblau, der Kern dunkel.

Fig. 9. 10. Wirkungen des Tannin. Fig. 9 Fäden bis zur Hülle (BÖTTCHER). Fig. 10 Bersten der Membran, Austritt des Stroma sammt dem Kern, das Stroma wird körnig unter dem Einfluss des Tannin, die elastische Membran verkleinert sich, die Oeffnung in der Membran für die Entleerung des Inhaltes deutlich zu sehen.

Fig. 11. Wirkung des Wassers, des Harnstoffs, der Borsäure, der Ueberosmiumsäure; Einfluss der Kohlensäure, des kohlensauren Ammoniaks, des Salmiaks, der Pyrogallussäure, verschiedener Salzlösungen, des Zuckerwassers etc.!! Der Inhalt ist durch Schrumpfung nach der Mitte des Körperchens gedrängt. Die »strahlenförmigen Hervorragungen« sind Falten.

Fig. 12. Ein solches Körperchen von der Seite gesehen.

Fig. 13. Wirkung der Borsäure. Trennung von Stroma und Farbstoff im Innern des noch ovalen rothen Blutkörperchen. Das Stroma, farblos, hat sich um den Kern zusammengezogen — der Farbstoff bildet eine Randzone.

Fig. 14. Eine andere Wirkung desselben Reagens, vom Kerne gehen Fäden aus, ein Niederschlag füllt den Raum, der Farbstoff ist vernichtet.

Fig. 15. Borsäure; Farbstoff vernichtet, Randzone hell, Stroma um den Kern geballt.

Fig. 16. Borsäure: Stroma sammt dem Kern nach der einen Seite retrahirt, der Kern liegt quer.

Fig. 17. 18. 19. 20. Wirkungen derselben Säure, nur etwas stärkerer Concentrationsgrad (2%). Die Membran ist nur theilweise erhalten, das Stroma entweder sammt dem Kern herausgerissen wie bei 17, oder durch die Strömung ausgewaschen, wie bei 18, 19 und namentlich bei 20, durch Anilin gefärbt.

Fig. 21. 22. 23. Wirkungen derselben Borsäure. Die Membranen sind zerstört, die Form des Stroma theilweise erhalten sammt dem Kern 21 u. 22, oder durch die Strömung der Zusatzflüssigkeit verzogen 22; bei 23 einzelne vom Kern ausgehende Fäden dunkler tingirt.

Fig. 24. Wirkung 2% Borsäure! Membran und Farbstoff zerstört. Kern und ein Theil des Stroma erhalten.

Fig. 25. Wirkung einer Temperatur zwischen 50—54° C. Trennung des Farbstoffs vom Stroma innerhalb des Blutkörperchens.

Fig. 26. Dieselbe Temperatur. Farbstoff und Membran zerstört, Stroma und Kern erhalten. Gleicht der Borsäure-Wirkung Fig. 24.

Fig. 27. 28. 29. Wirkung 2% Borsäure; der Inhalt hat sich entleert, die Hüllen sind zurückgeblieben und lassen die grosse Oeffnung sehen, durch welche das Stroma passirte. Durch Anilin gefärbt.

Fig. 30. Veränderungen durch Wasser, Wärme, Anilin, Ueberosmiumsäure, Borsäure. Das einzige Zeichen, dass in dem sonst noch gefärbten und ovalen Blutkörperchen sich der Einfluss des Reagens geltend macht, ist der dreieckige Kern.

Fig. 31. Vergrösserung des Blutkörperchens unter dem Einfluss derselben Substanzen. Die Vergrösserung erstreckt sich auf alle Durchmesser, doch behält das Blutkörperchen dabei seine Farbe und seine ovale Form; kann langsam oder mit einem »Ruck« geschehen.

Fig. 32. Rundwerden der rothen Blutkörperchen und Rundung des Kerns durch dieselben Mittel.

Fig. 33. Die gelbe Kugel (Fig. 32) erweitert sich ebenfalls durch dieselben Zusätze wie bei 31 ohne den Farbstoff zu verlieren.

Fig. 34—41. Verschiedene Schrumpfungsgrade unter der Wirkung des Wassers. Hierher gehört noch zur Vervollständigung der durch Wasser entstehenden Formen: Fig. 11 und 12. In Fig. 11 und 12 sind die centralen Partien gequollen, die Randzone geschrumpft, in 36 ist das gerade Gegentheil zu sehen; 37: Auf der einen Hälfte Quellung, auf der andern Schrumpfung. 38: Vacuole *i. e.* Schrumpfung an einer Stelle. 39, 40: Vacuolen kleinerer und kleinster Art; 41: vertiefte Felder, wie bei 39 und 40 durch partielle Coagulation des Stroma entstanden.

Fig. 42. Helle glänzende Tropfen im Innern von rothen Blutkörperchen bei Winterfröschen, wohl zu unterscheiden von Vacuolen nach Zusatz von Essigsäure.

Fig. 43. Pyrogallussäure, *a* von der Fläche, *b* von der Kante. Enorme Schwellung des Kerns. Im übrigen Theil partielle strahlenförmige Coagulation des Stroma.

Fig. 44. Wirkungen der Ueberosmiumsäure und Borsäure. Schwellung des Kerns und Schwellung der Ränder. In dem Bereich der centralen Depression Schrumpfung.

München Februar 1873.

Fig. 1

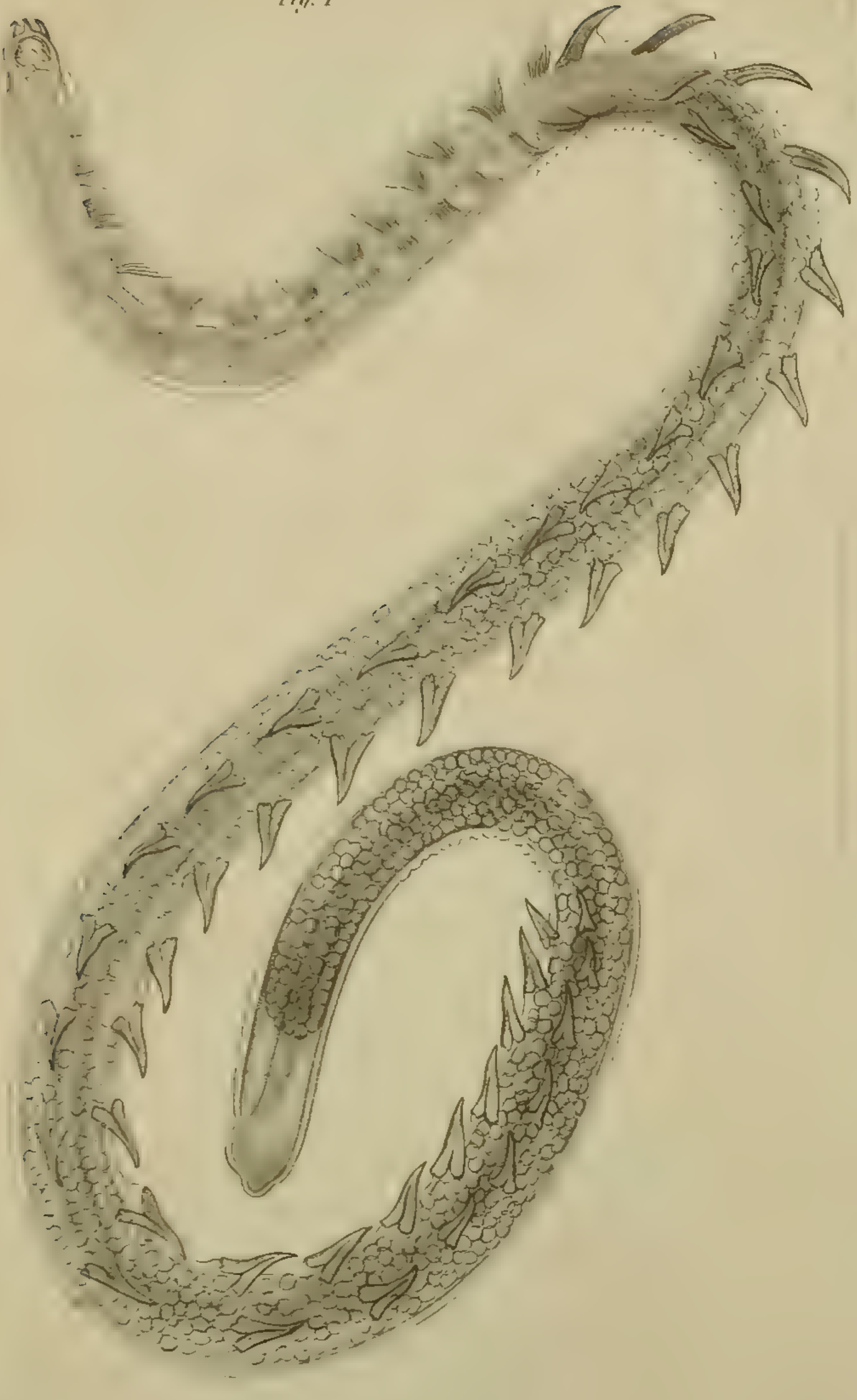


Fig. 2

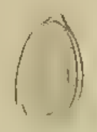


Fig. 3.

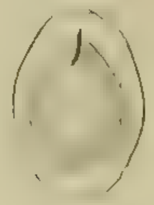


Fig. 4

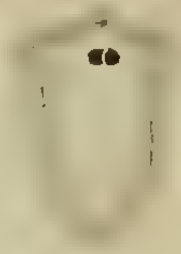


Fig. 5.

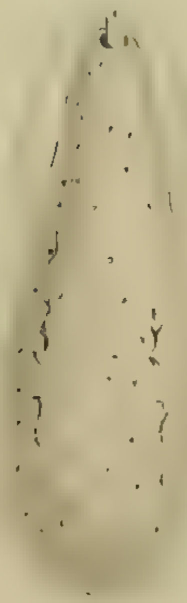


Fig. 6.

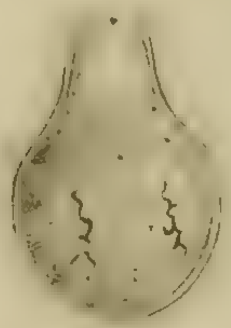


Fig. 7.

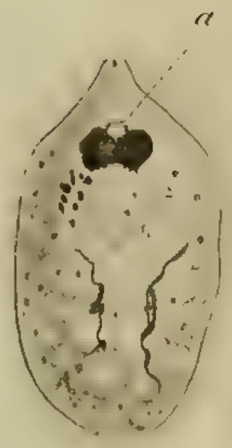


Fig 8

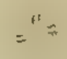


Fig. 11.

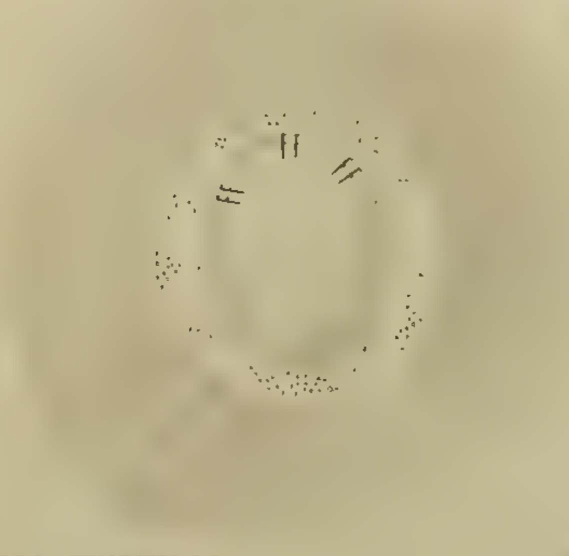


Fig. 9

Fig 10.

u. G Wagener del.

W Grohmann sc.

[illegible]

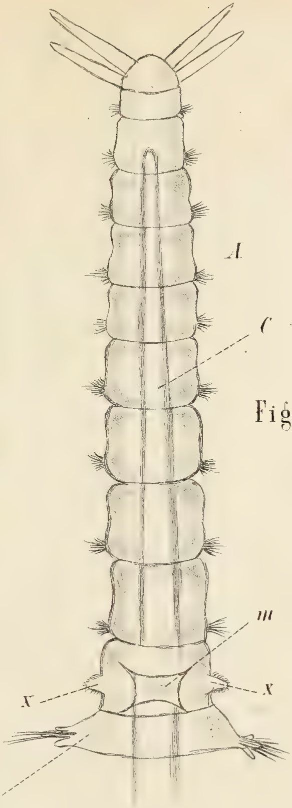


Fig. 1.

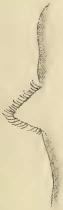


Fig. 2.

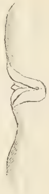


Fig. 3.

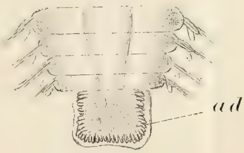


Fig. 4.

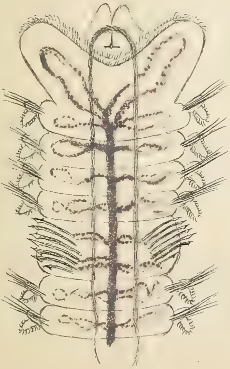


Fig. 5.

[illegible] 2 [illegible]

Fig. 1

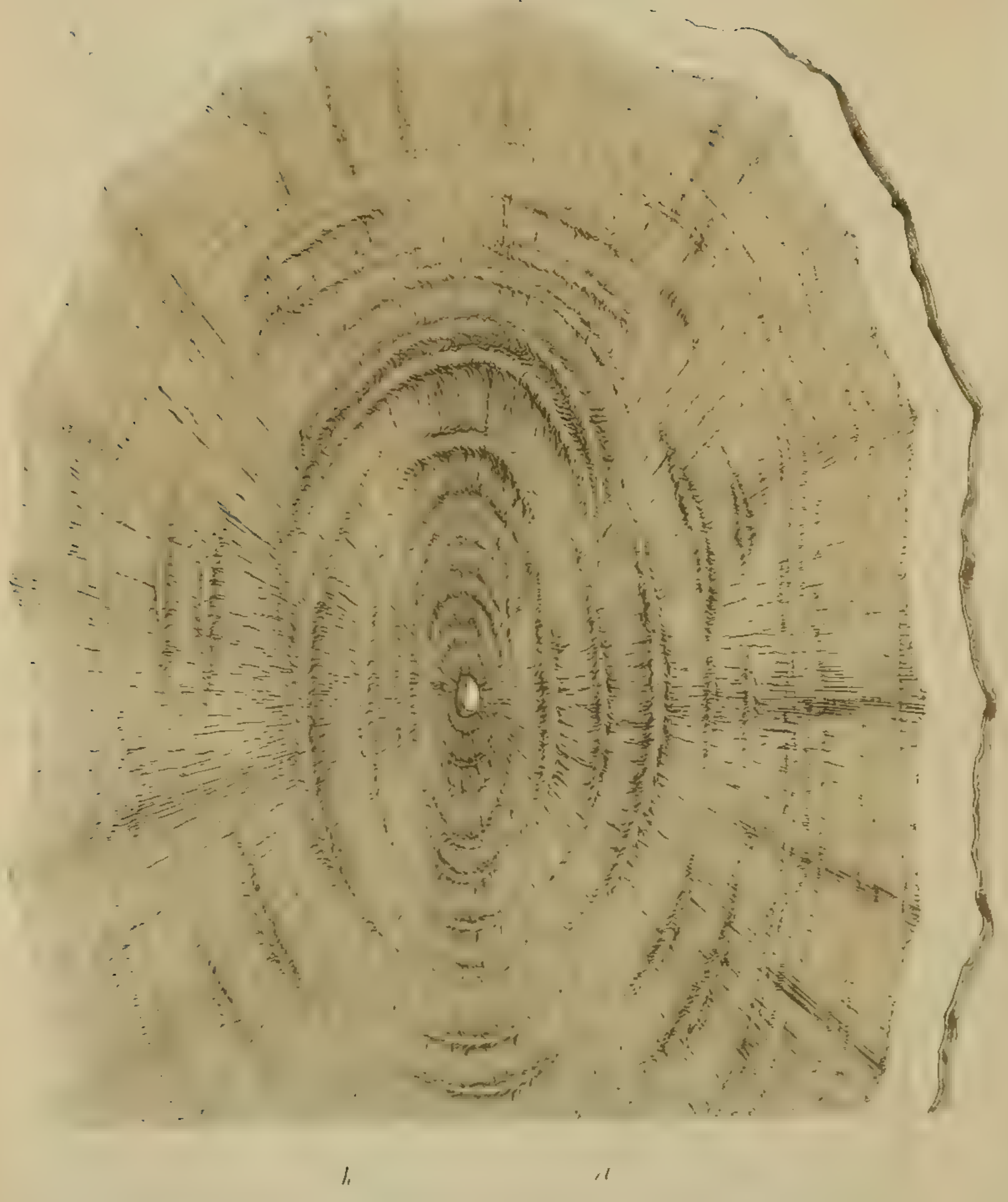


Fig. 2

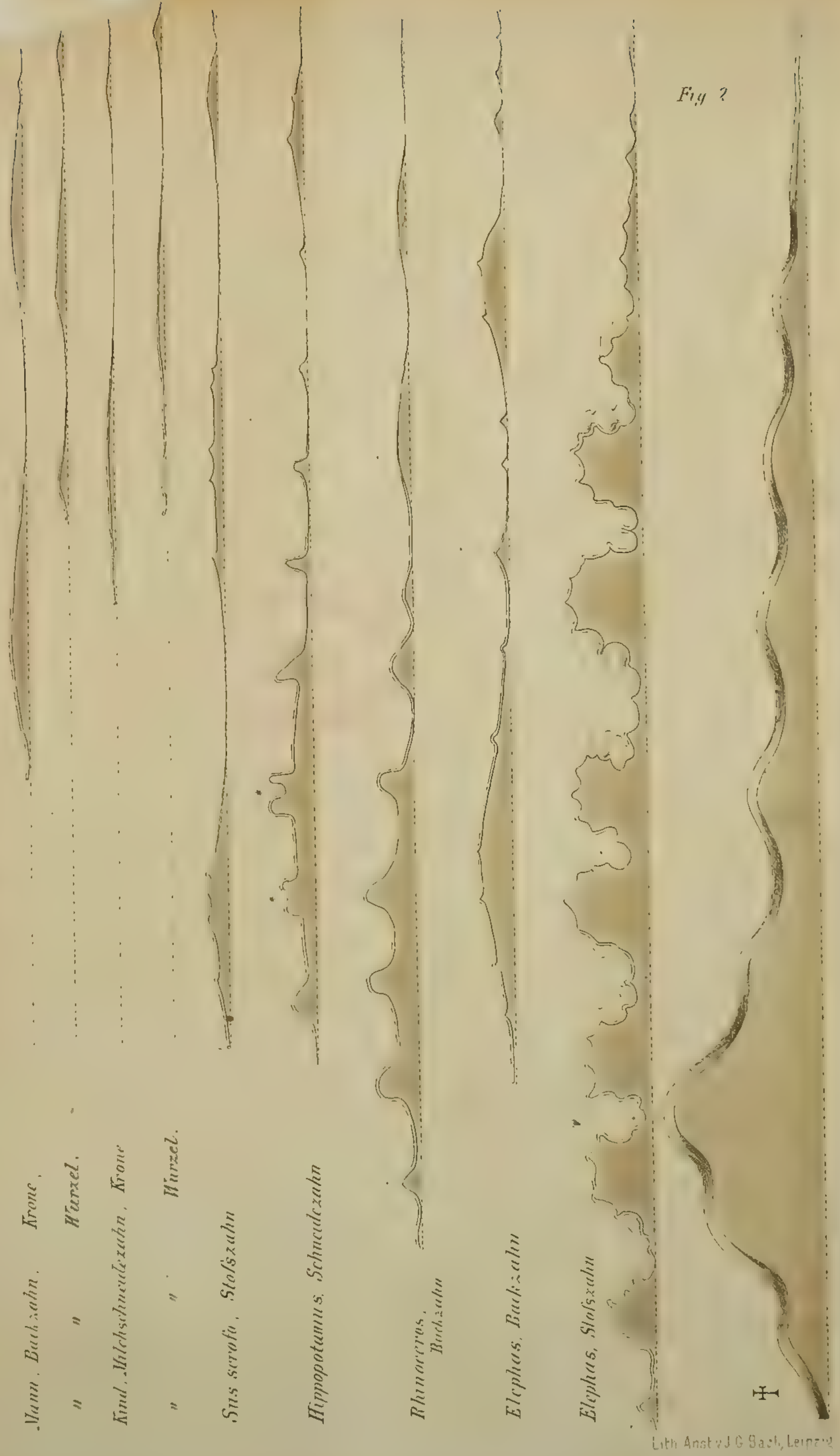
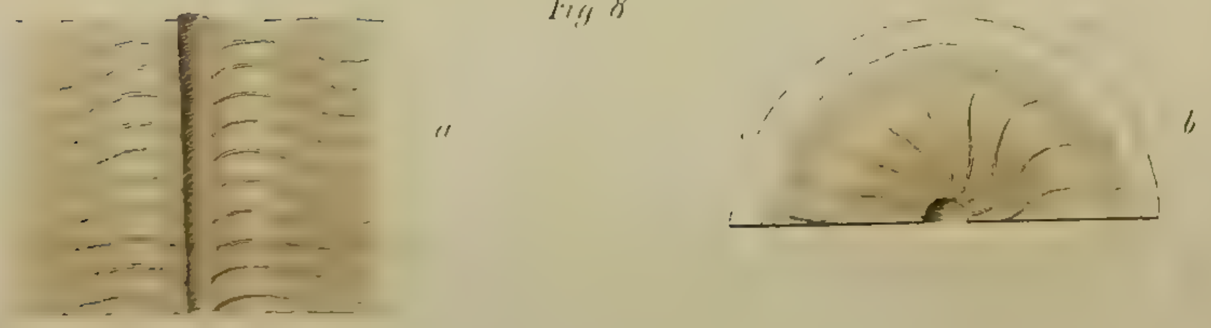

Mann. Backzahn. Krone.
" " Wurzel.
Kind. Milchschneidezahn, Krone
" " Wurzel.
Sus scrofa, Stoſszahn
Hippopotamus, Schneidezahn
Rhinoceros, Backzahn
Elephas, Backzahn
Elephas, Stoſszahn

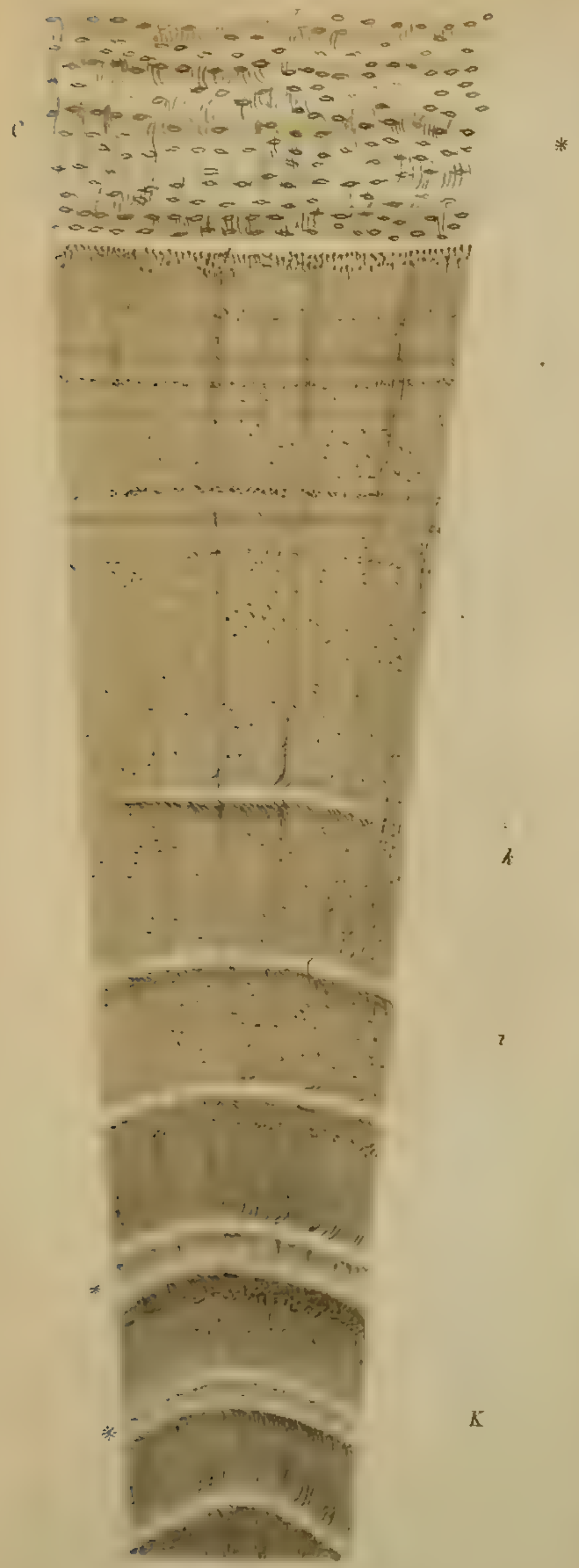
Fig 8



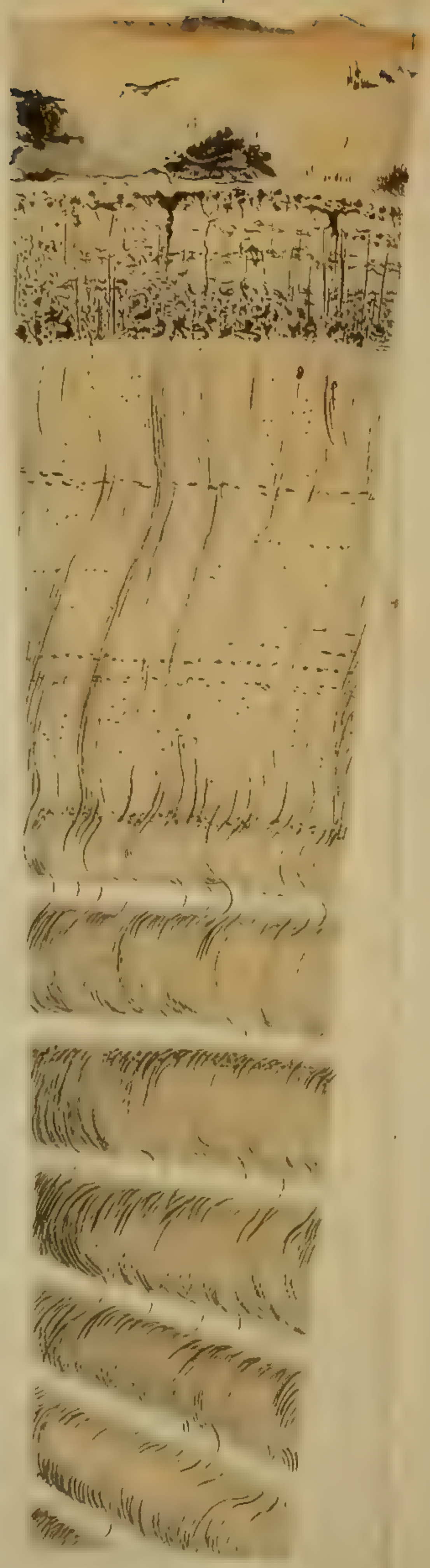
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

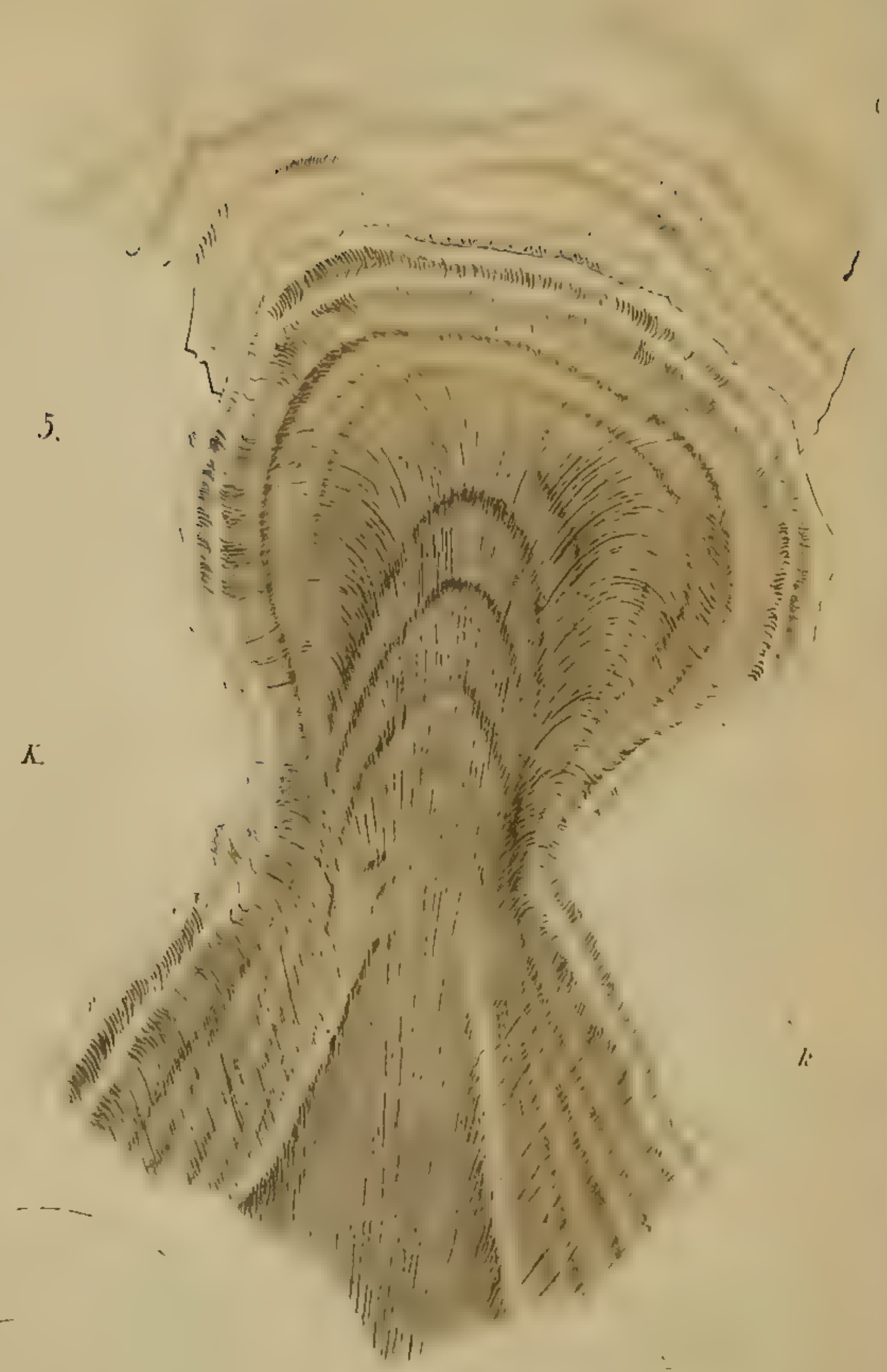
3.



4.



5.



9.

10.

Fig. 6.

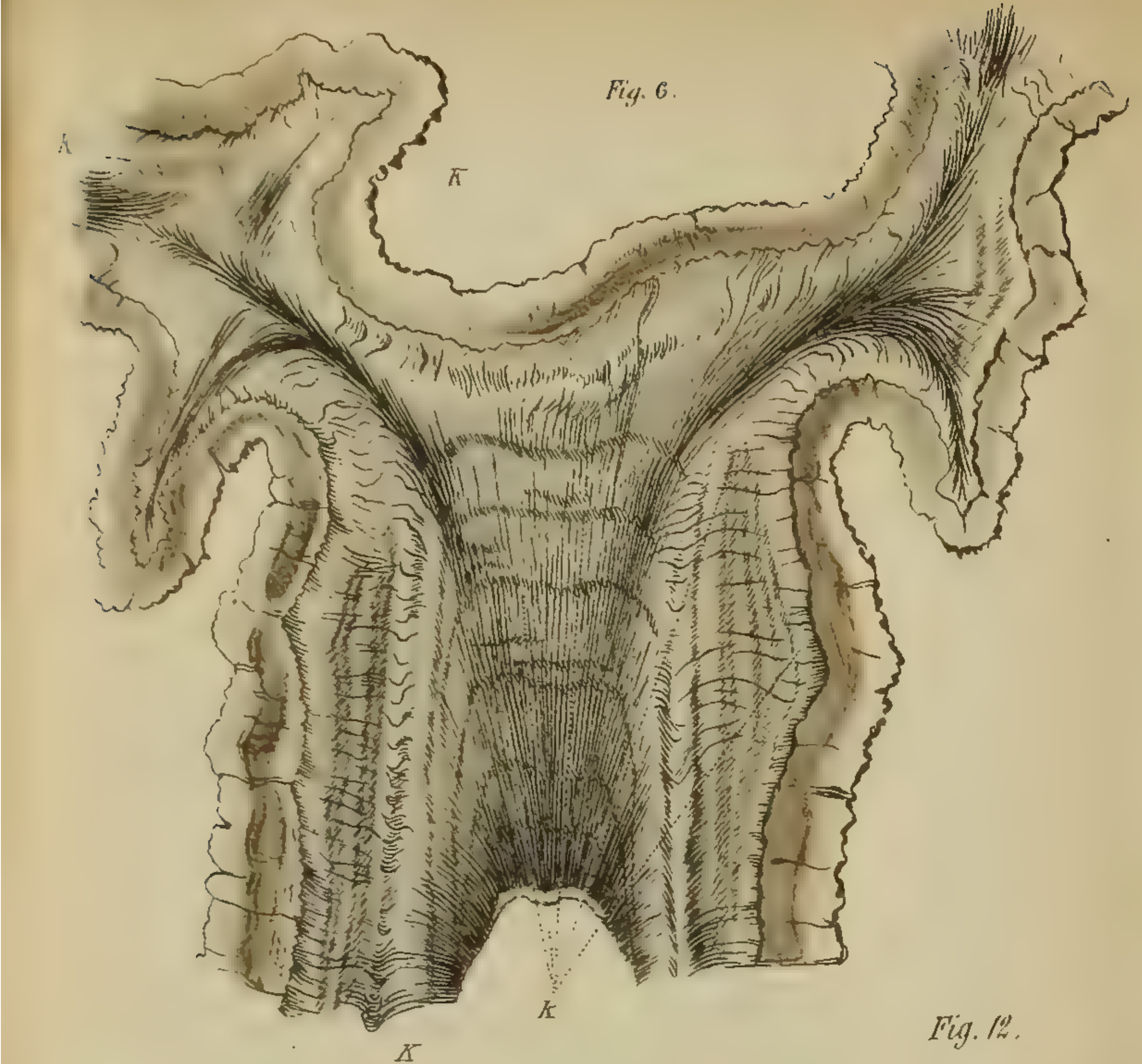


Fig. 7.

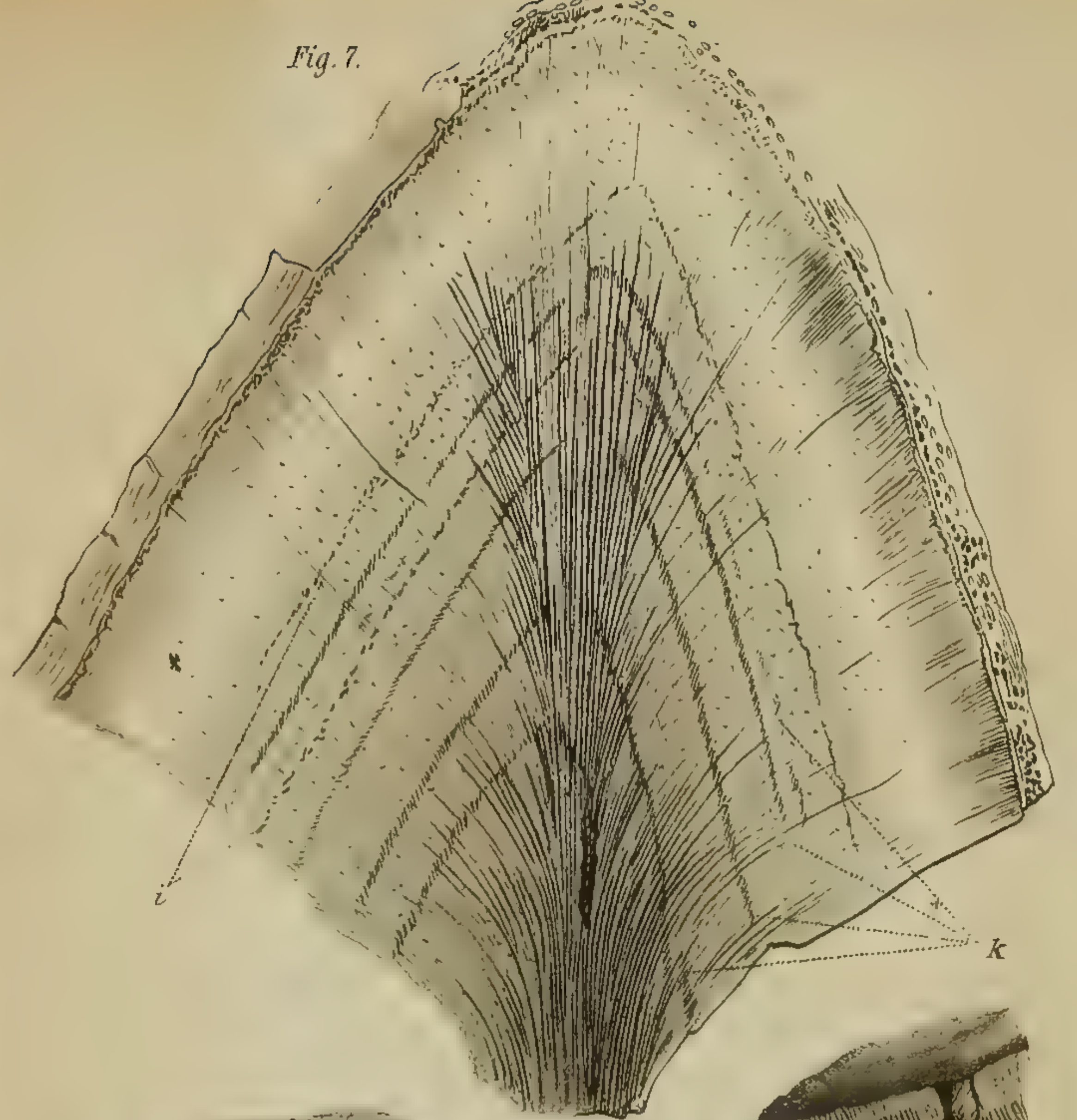


Fig. 15.

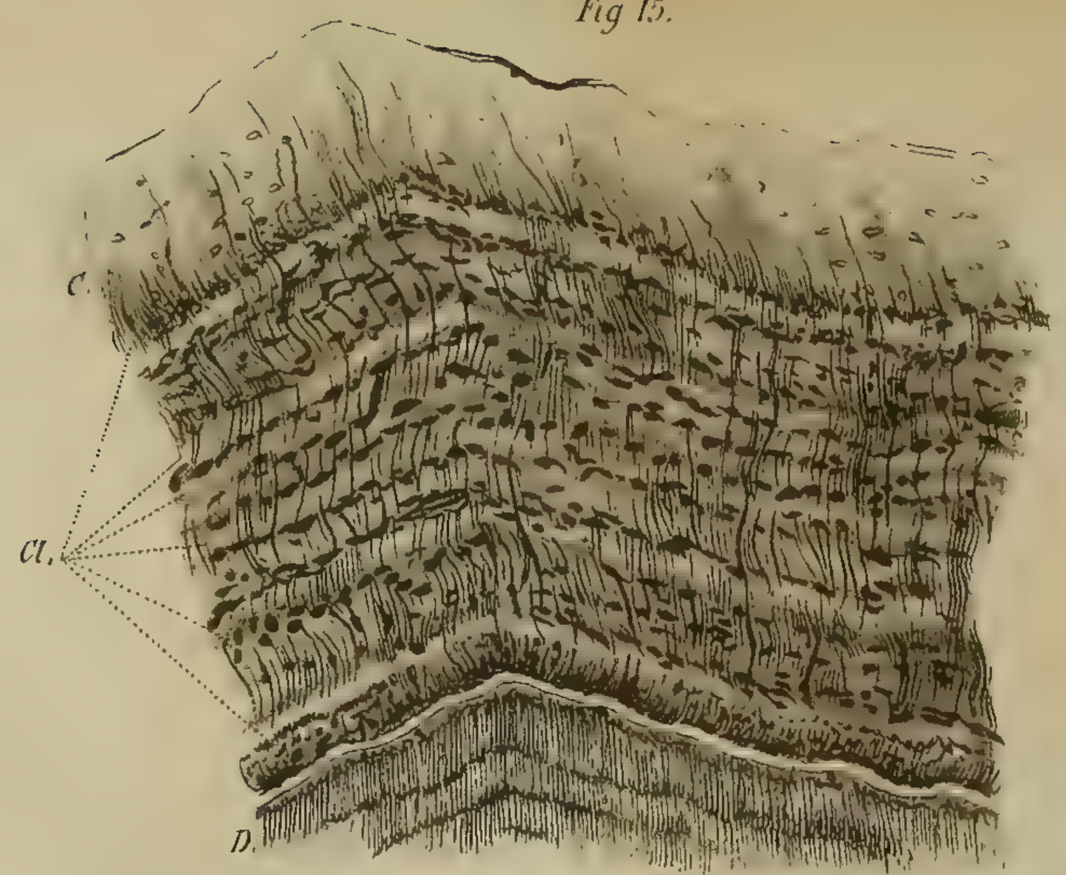


Fig. 11.

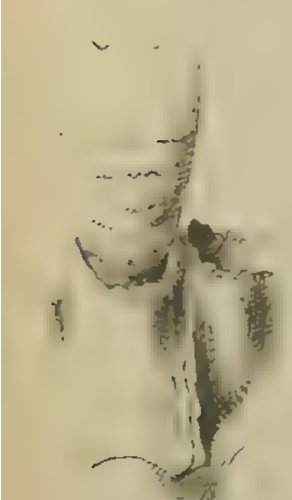


Fig. 13

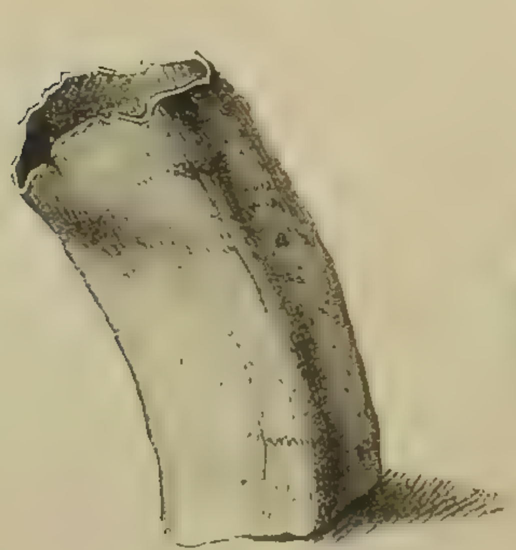


Fig. 12.

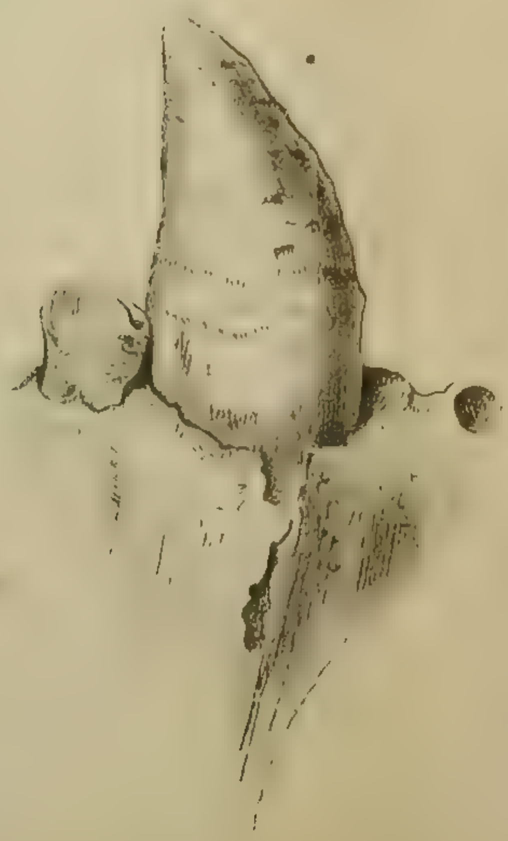


Fig. 14.

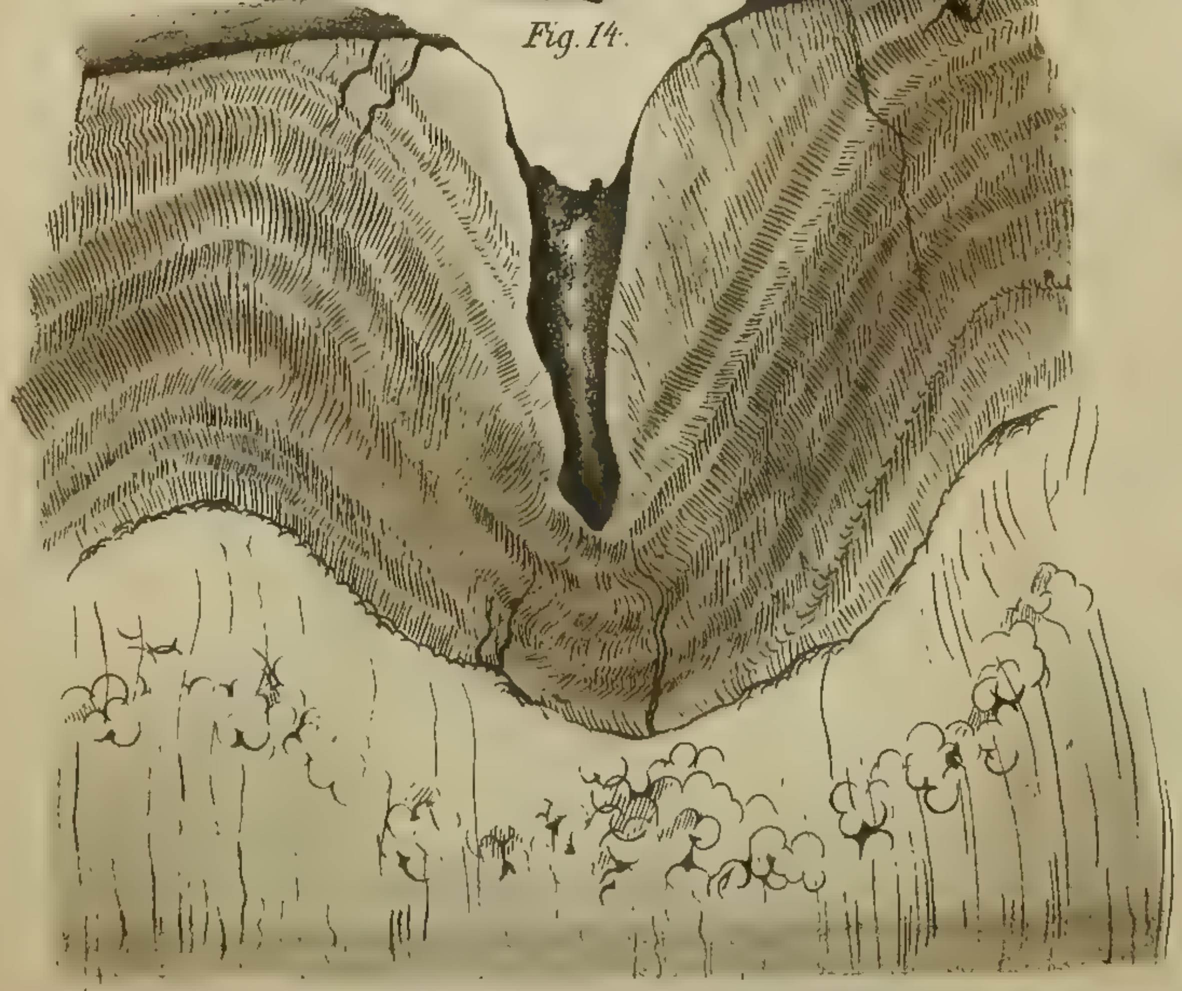


Fig. 16.

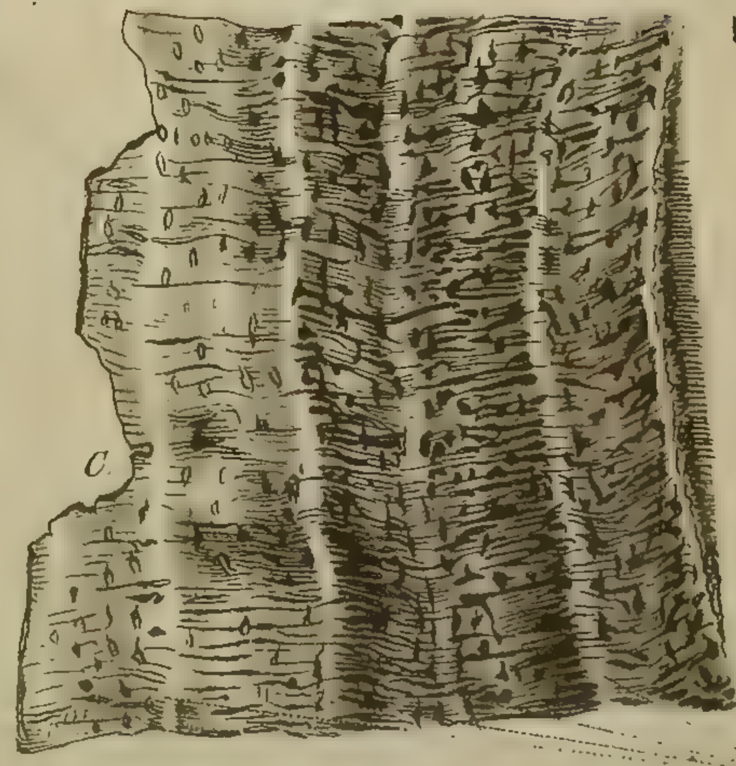
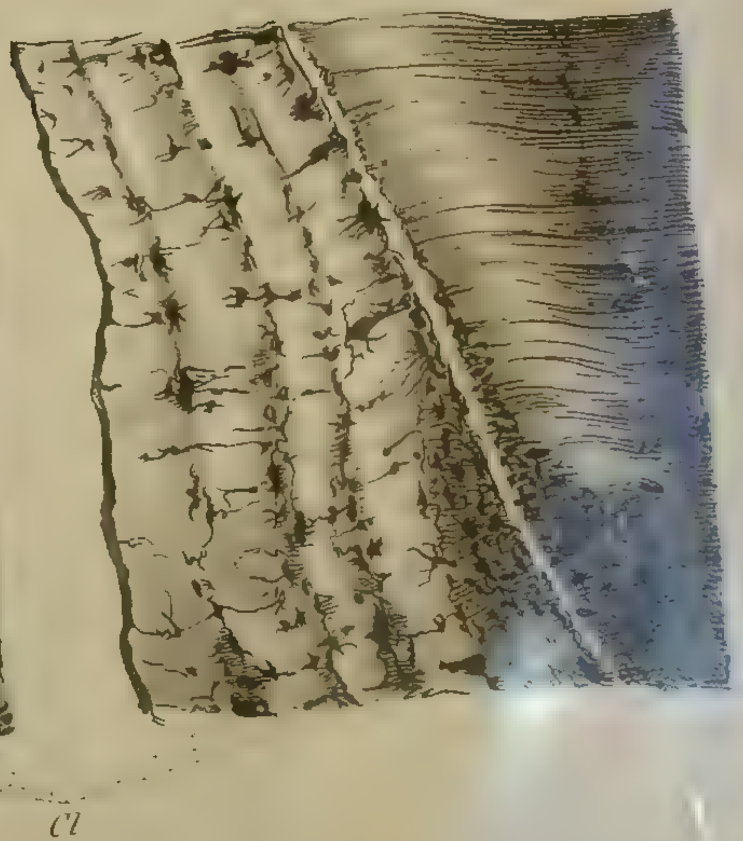


Fig. 17.



NATURAL HISTORY

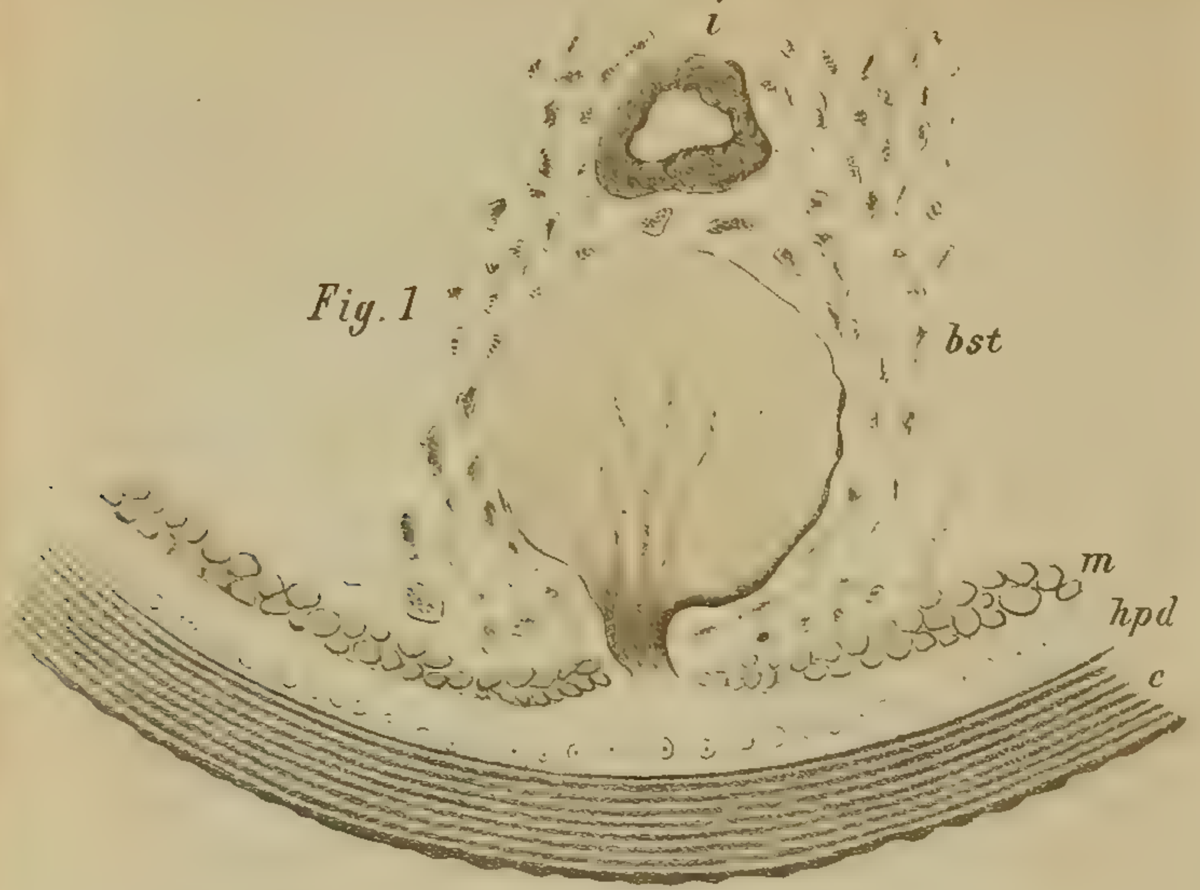


Fig. 1

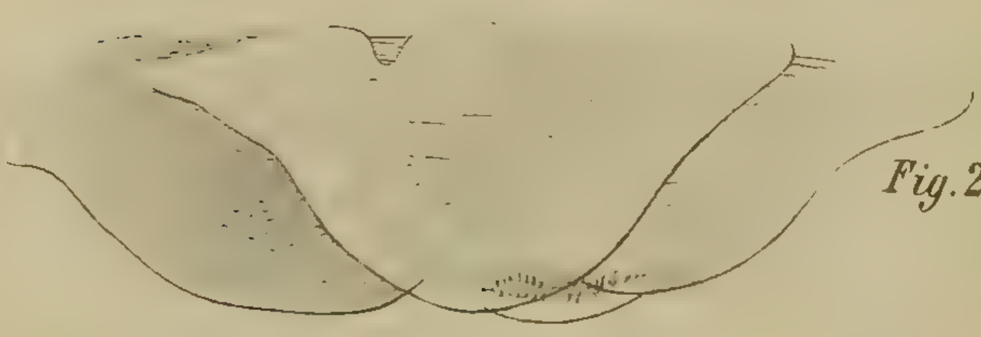


Fig. 2

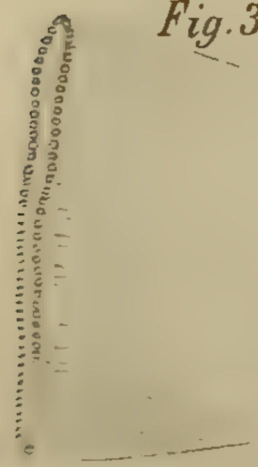


Fig. 3

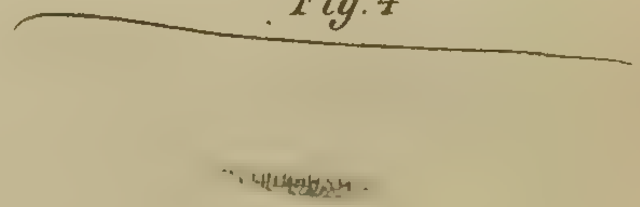


Fig. 4

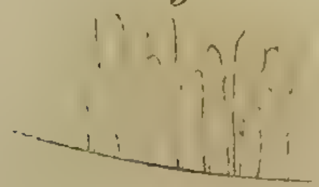


Fig. 5

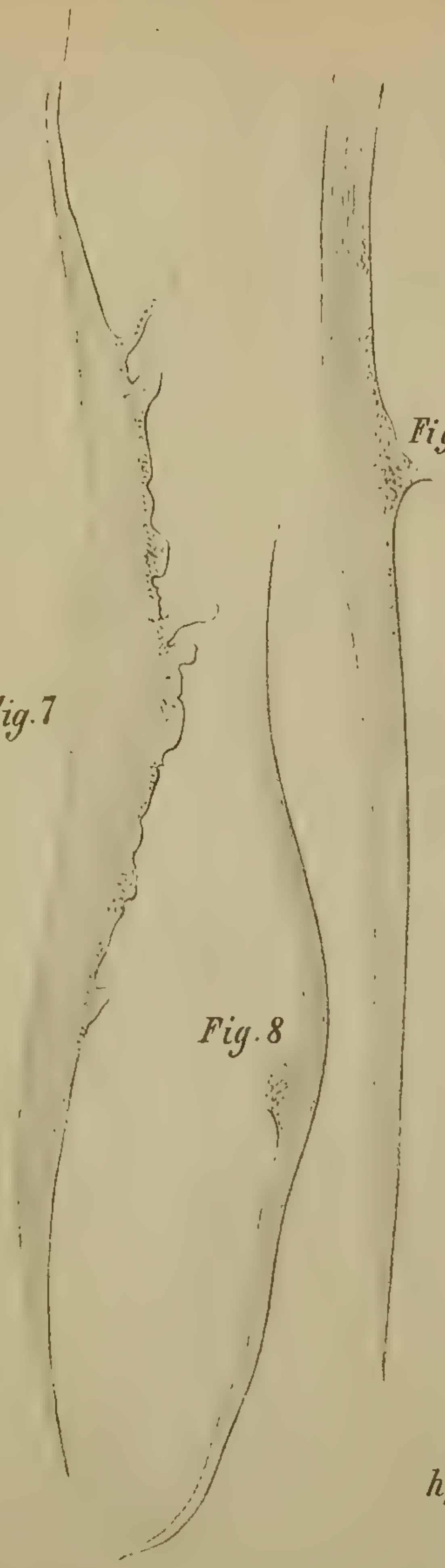


Fig. 7

Fig. 8

Fig. 9

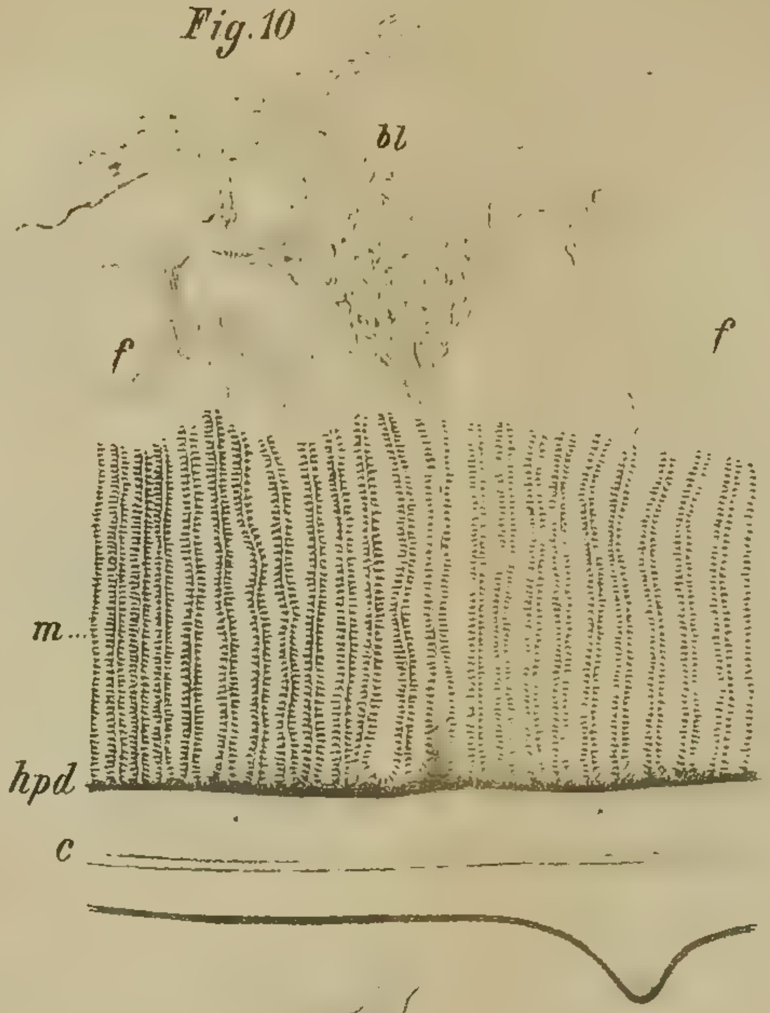


Fig. 10

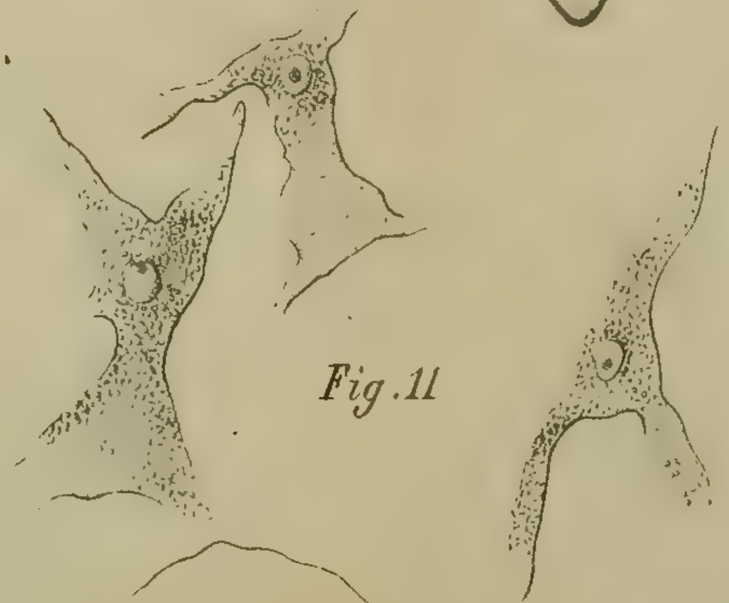


Fig. 11

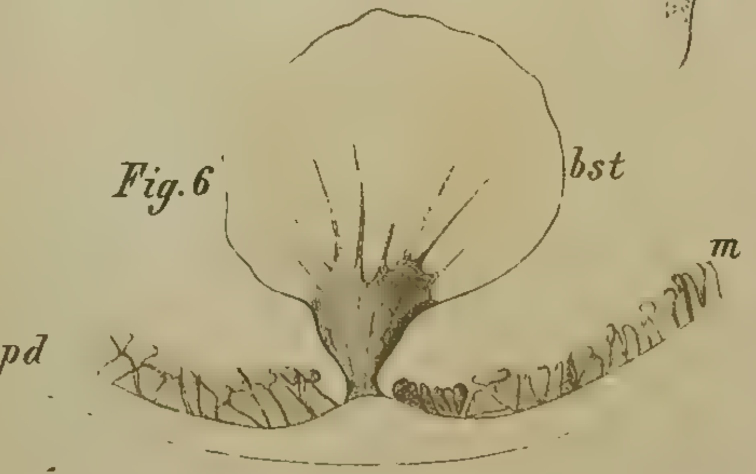


Fig. 6

O. Bütschli gez.

Lith. Druck v. F.M. Strassberger, Leipzig.

[illegible]

Fig. 1

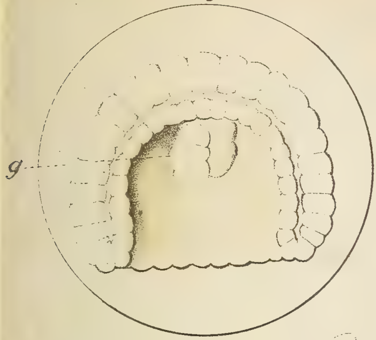


Fig. 2

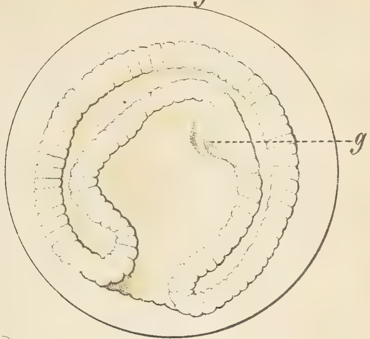


Fig. 3

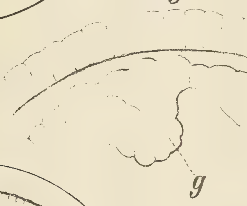


Fig. 4

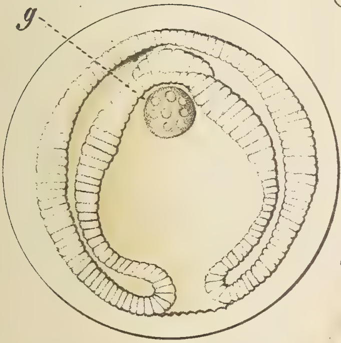


Fig. 5

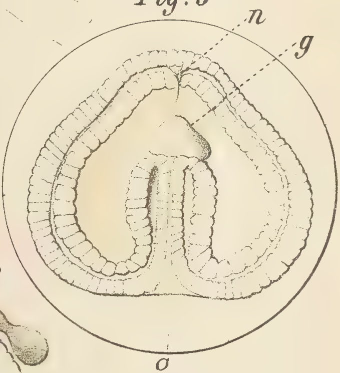


Fig. 6

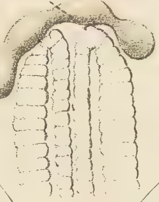


Fig. 7

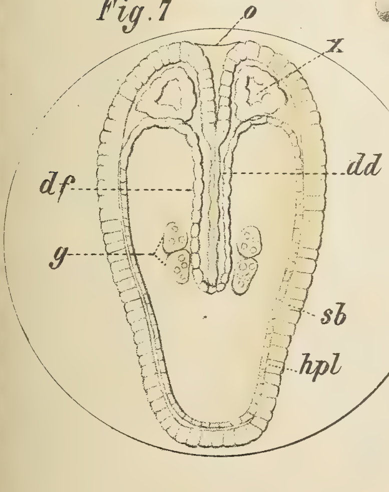
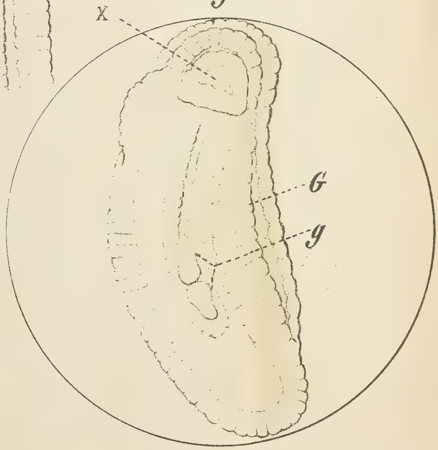

o
x
dd
df
g
sb
hpl

Fig. 8



. Bütschli gez.

Lith. Druck v. F.M. Strassberger, Leipzig.

BRITISH MUSEUM
Z [illegible] D
NATURAL HISTORY

Fig. 1.

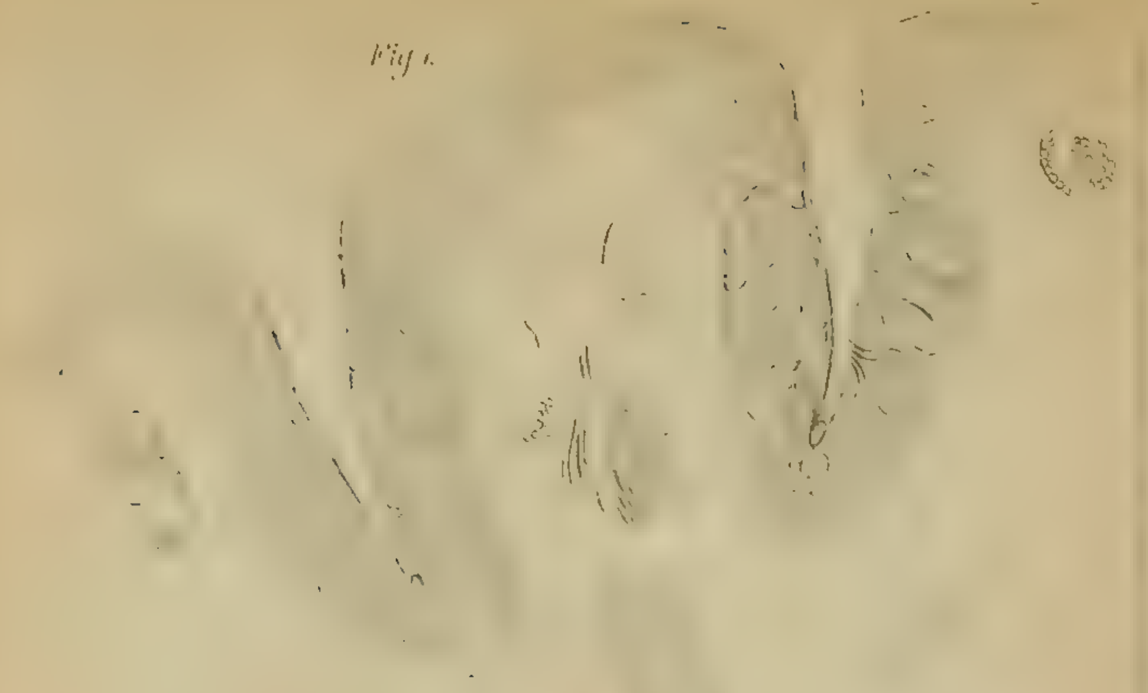


Fig. 6.

Fig. 7.

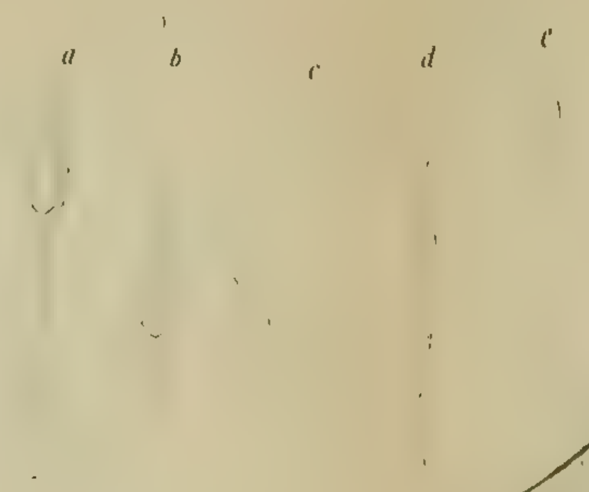


Fig. 8.

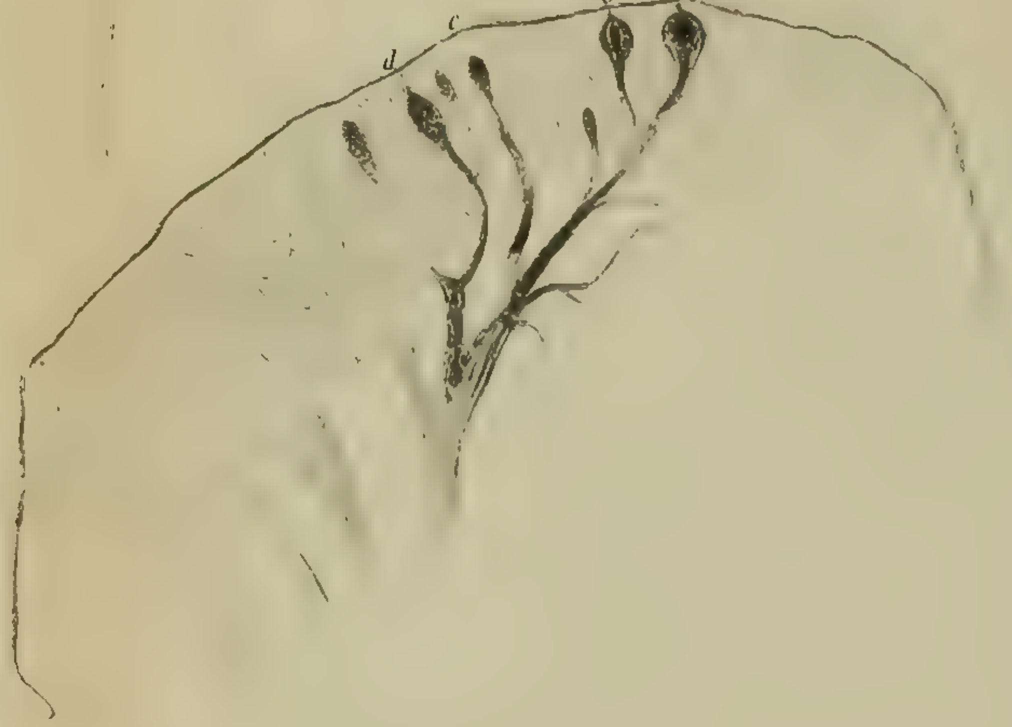


Fig. 3.

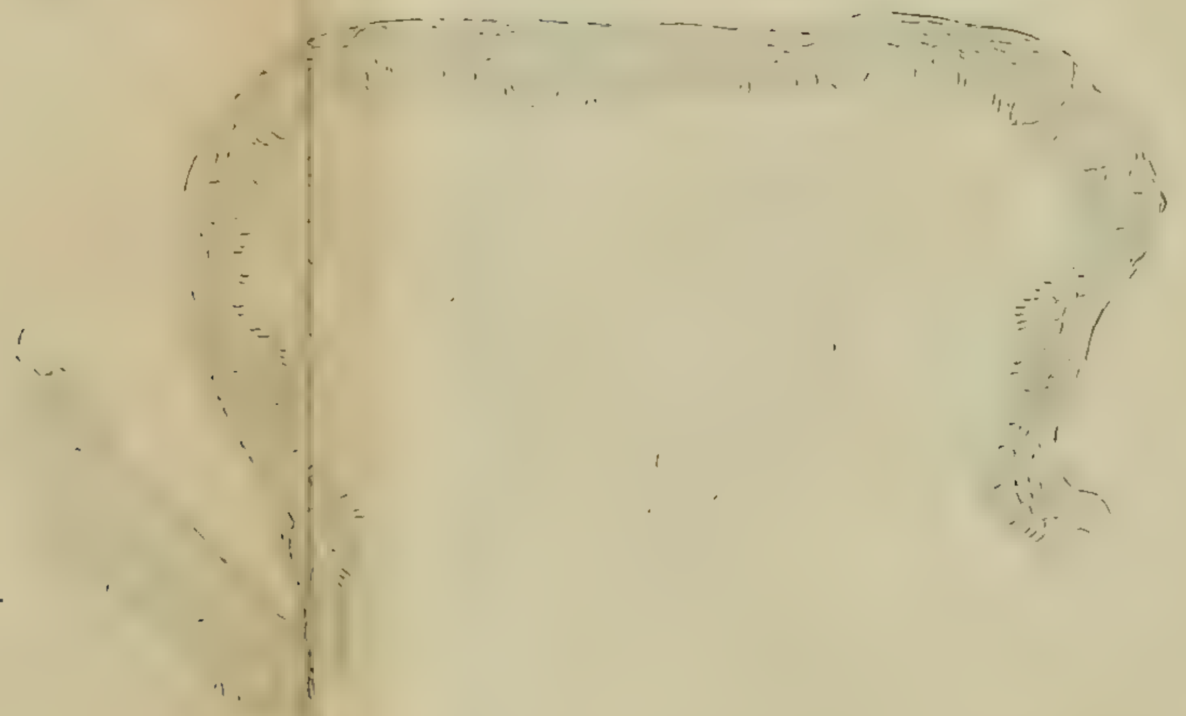


Fig. 2.

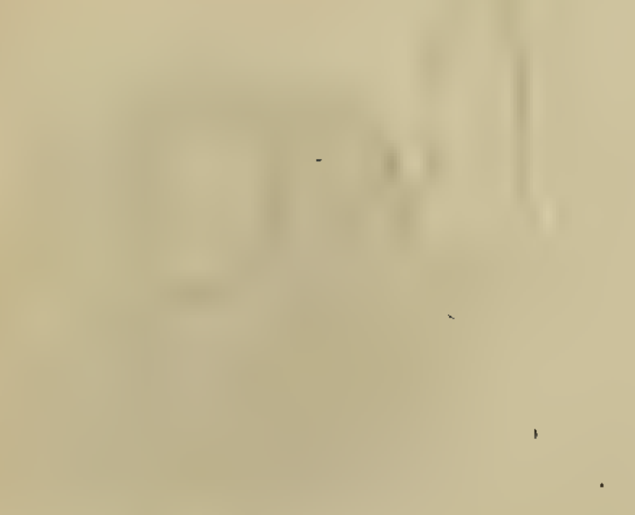


Fig. 9.

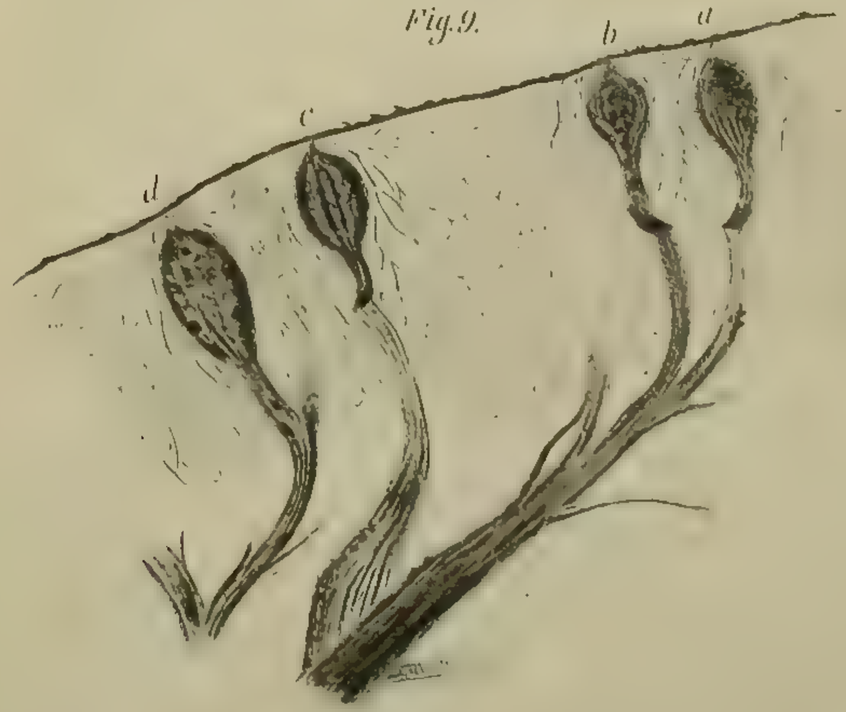
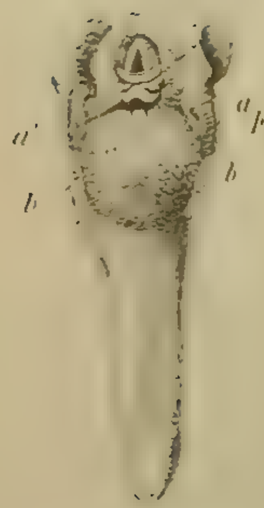


Fig. 5.

Fig. 4.



BRITISH MU
7
NATUR

Fig. I.

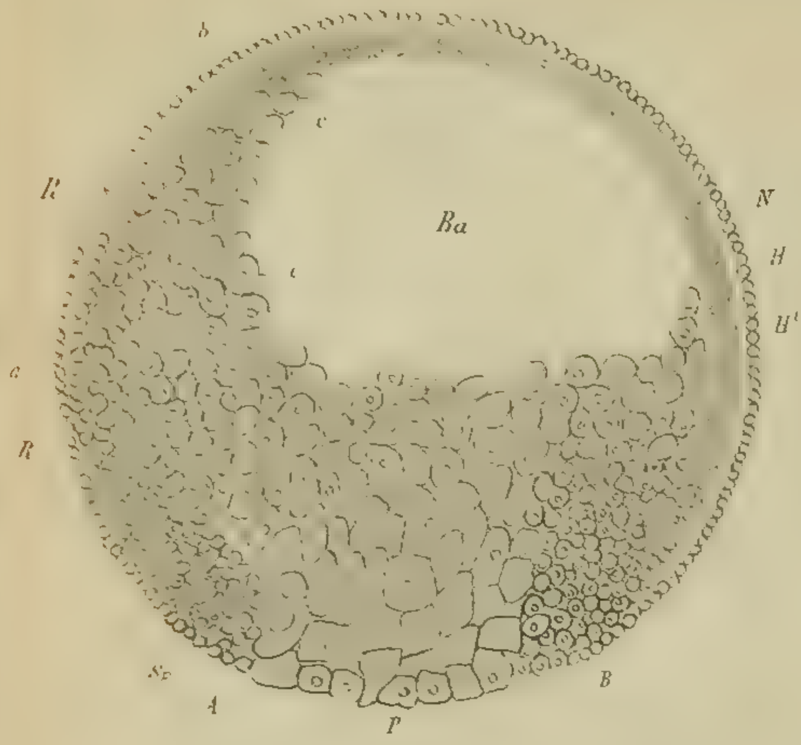

b
c
R
Ba
N
H
H'
c
R
Sr
A
P
B

Fig. II.

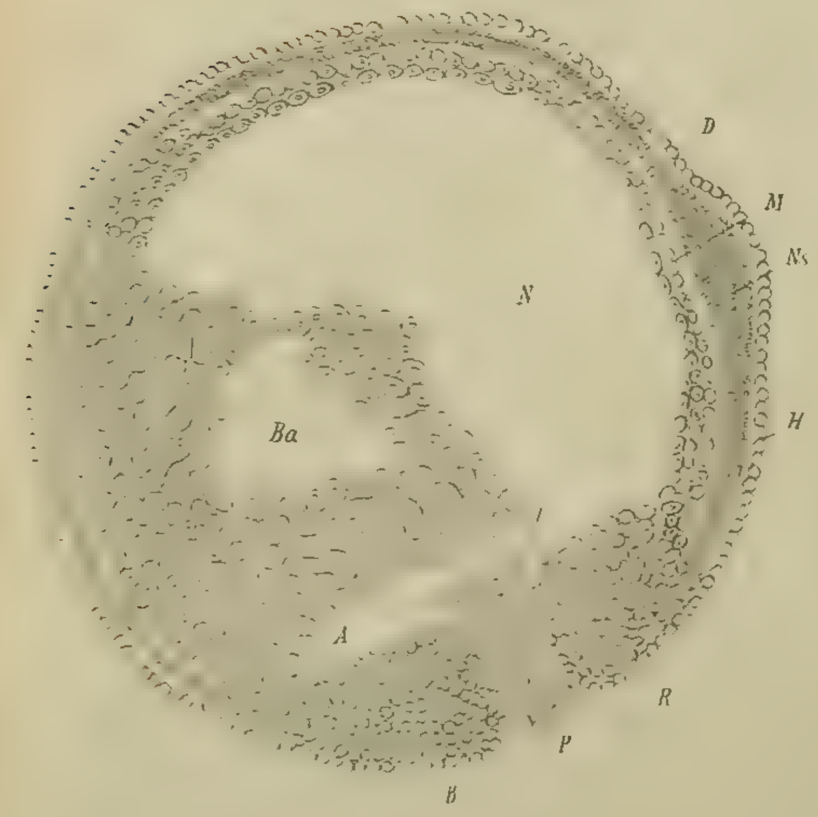

D
M
Ns
N
Ba
H
A
R
P
B

Fig. 1.

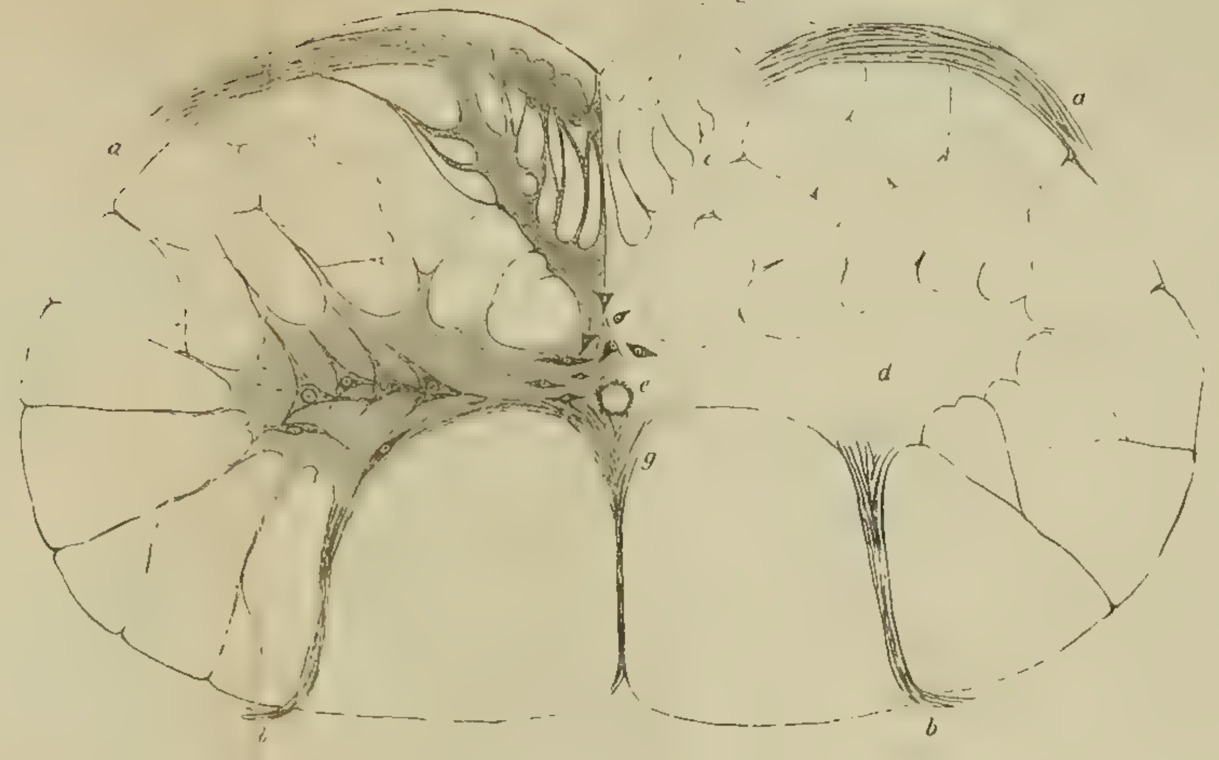


Fig. 2.

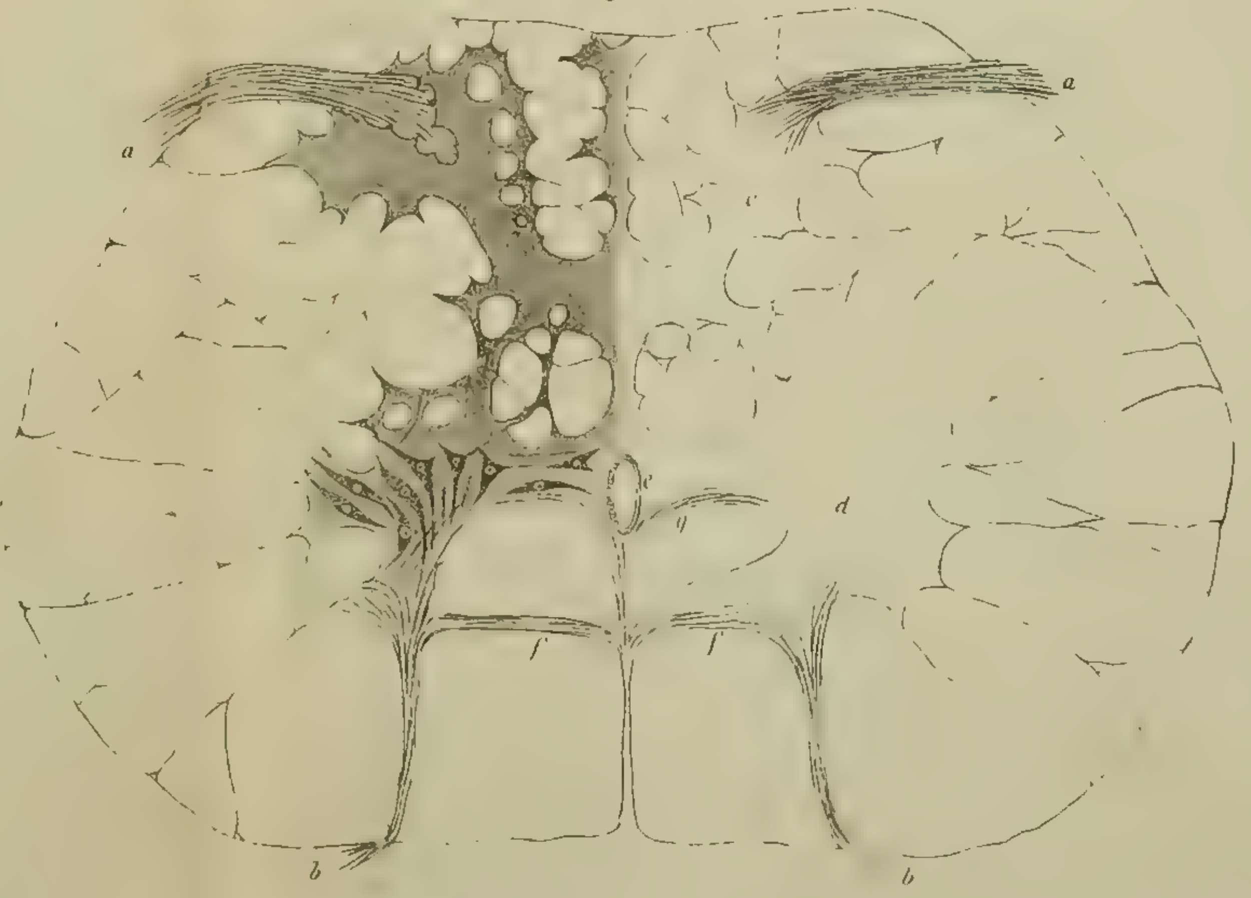
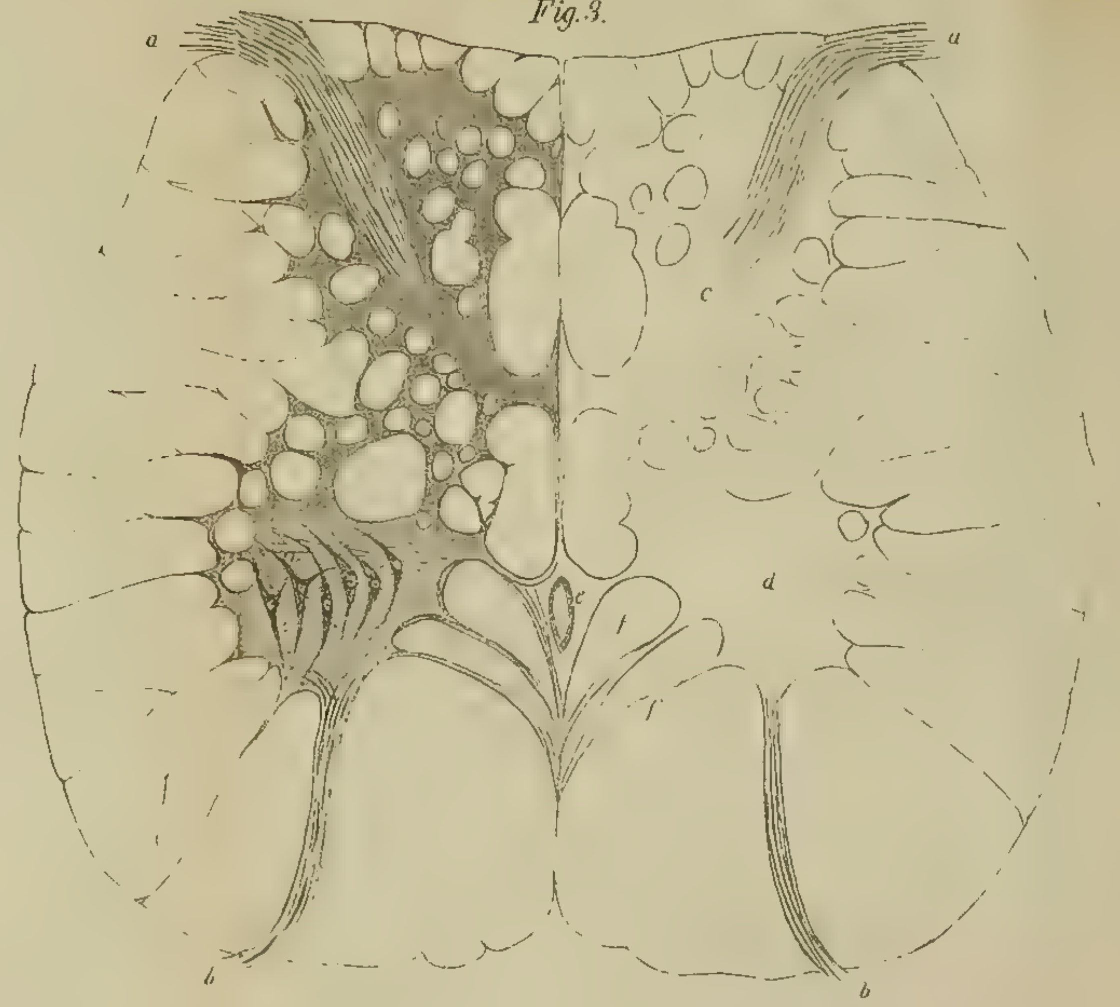


Fig. 3.



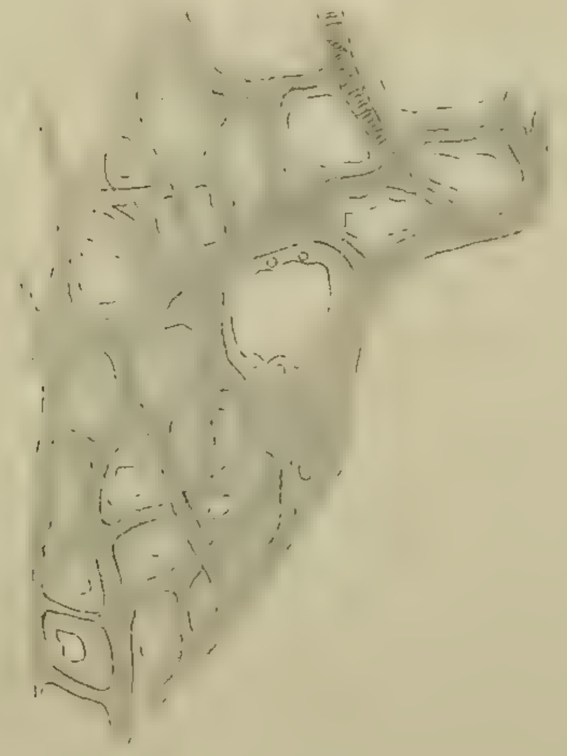
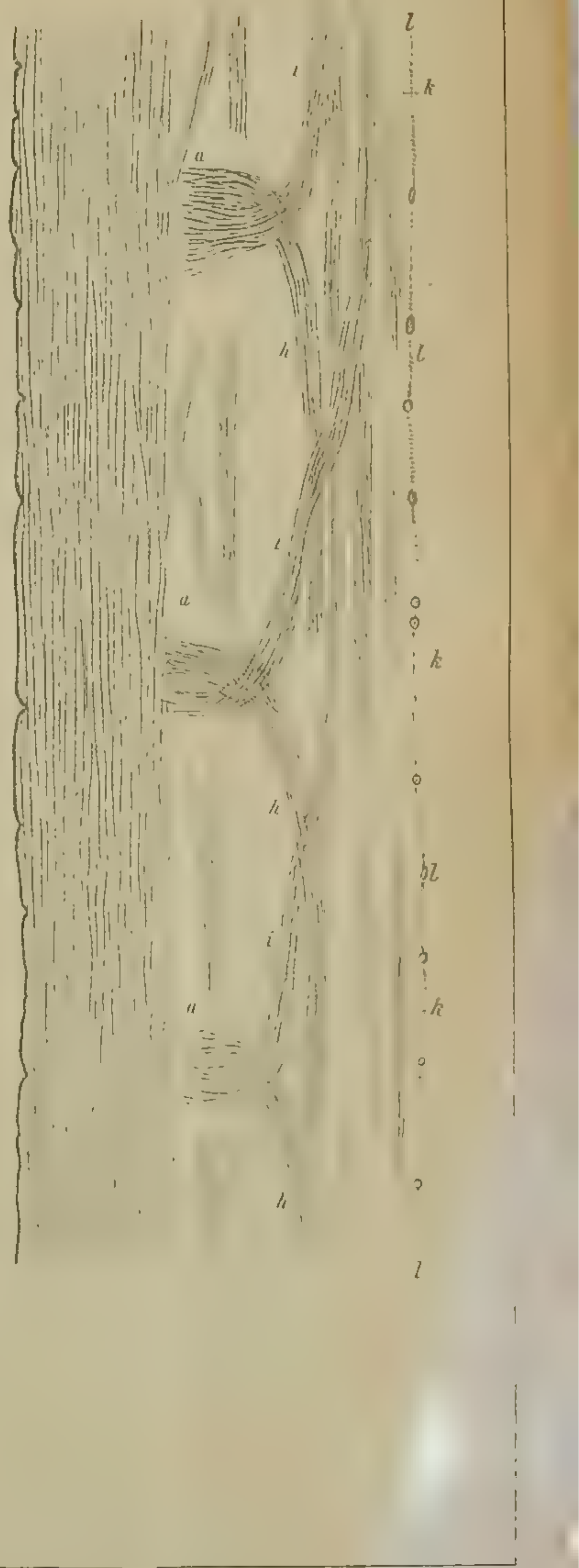
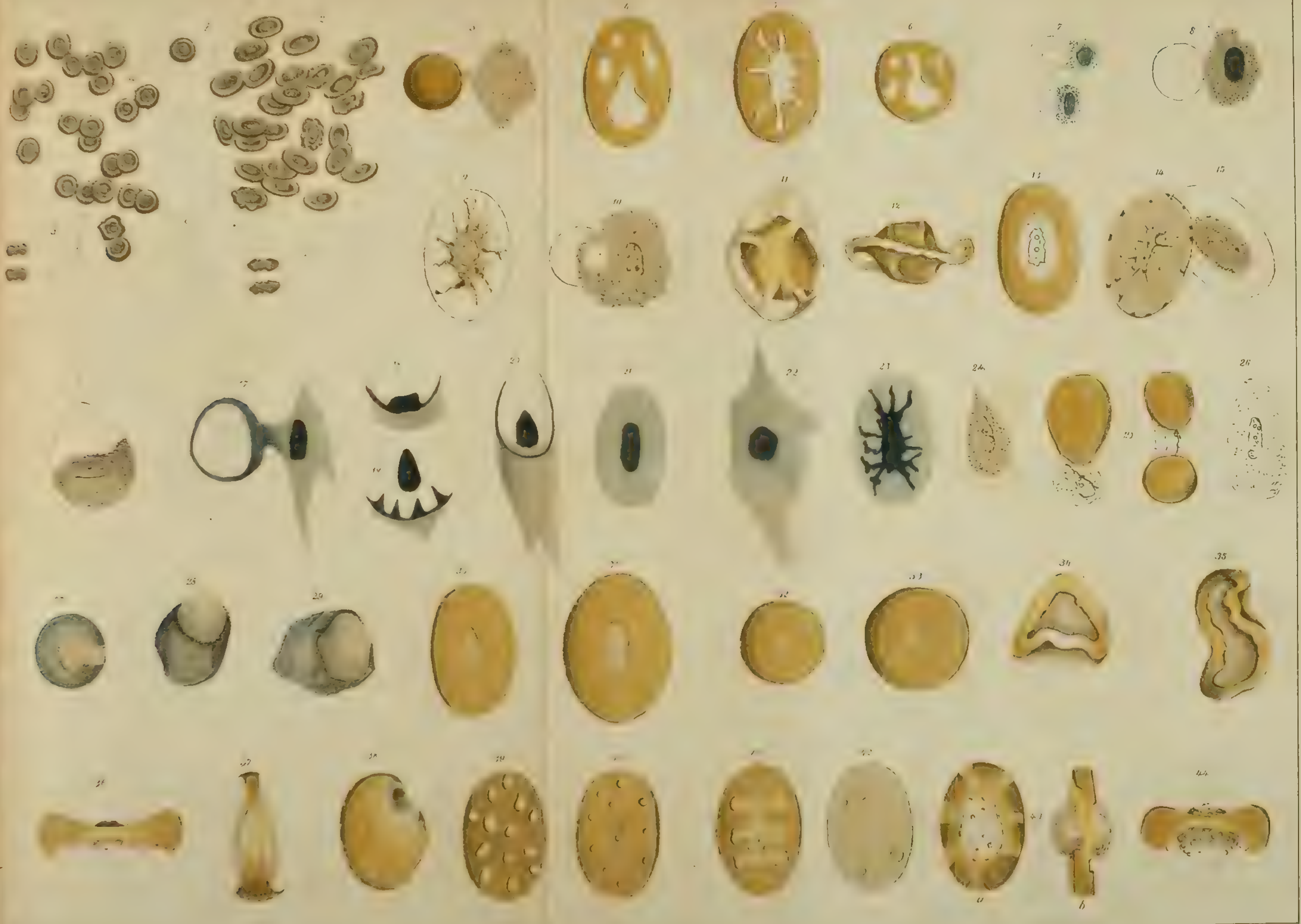


Fig. 4.


l
k
a
l
h
l
a
k
h'
bl
i
a
k
h
l

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
17
19
20
21
22
23
24
25
26
28
29
34
35
37
38
39
42
43
a
b
44

Kollmann del.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

NATURAL HISTO

Untersuchungen über die Zähne niederer Wirbelthiere.

Von

Fr. Heincke

aus Hagenow in Mecklenburg-Schwerin.

Mit Tafel XXVII—XXIX.

Die Untersuchungen, deren Resultate ich in Folgendem auseinandersetzen werde, sind auf den Rath meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Prof. Dr. LEUCKART, im zoologischen Laboratorium zu Leipzig angestellt worden. Ich erlaube mir für die Stellung des Themas, wie für den vielfachen Rath und die wissenschaftliche Anregung, die mir bei Bearbeitung desselben von dem Herrn Prof. LEUCKART zu Theil geworden sind, demselben meinen tiefgefühltesten Dank auszusprechen.

Dass unser Wissen von dem Bau und der Entwicklung der Zähne trotz der erfolgreichen Bearbeitung dieses Themas durch die grössten wissenschaftlichen Autoritäten noch sehr lückenhaft ist, kann Keinem zweifelhaft sein, der die verschiedenen sich theilweise schroff gegenüberstehenden Ansichten über die Bildung des Schmelzes, des Dentins etc. einer eingehenderen Vergleichung unterworfen hat. Man wird aber auch, wenn man in die Lage kommt zwischen gegensätzlichen Anschauungen in Folge eigener Untersuchungen zu schwanken, bald zu der Ueberzeugung kommen, dass die Schwierigkeiten, die uns die Lösung der vorliegenden Fragen macht, wohl zum grössten Theil nur daher kommen, dass genauere histologische Untersuchungen sich bis jetzt fast ausschliesslich auf die Zähne des Menschen und der Säugethiere beschränkten. Die ähnlichen Bildungen bei niedern Thieren fanden wenig Beachtung; sie wurden entweder, und zwar oft auf sehr willkürliche Weise, den Säugethierzähnen homologisirt oder noch häufiger als Gebilde aufgefasst, die zu jenen in einem gewissen Gegensatz ständen. So schrieb man den Säugethierzähnen den Besitz eines Schmelzes als eigenthümlich zu; stellte seine Anwesenheit dagegen bei den zahnartigen Gebilden der drei übrigen Wirbelthierklassen in Abrede. Das den Schmelz abscheidende oder in ihn sich direct umwandelnde, eigenthümliche Cylinderepithel (Schmelzmembran), ein Abkömmling des Stratum mucosum des Schleimhautepithels, wurde natürlich den Keimen der schmelzlosen Zähne ebenfalls abgesprochen.

Nur eine Eigenthümlichkeit in der Structur der Säugethierzähne fanden genauere Beobachter, die der Hypothese von der Schmelzlosigkeit der Zähne niederer Wirbelthiere huldigten, auch bei diesen wieder. Es ist die, dass sich bei Anwendung verdünnter Säuren von der Oberfläche des intacten Zahnes ein homogenes zartes Häutchen (bei Säugethieren aus deutlichen polygonalen Maschen zusammengesetzt) ablösen lässt: die sog. Cuticula, Schmelzoberhäutchen, Nasmyth'sche Membran. Waldeyer, der es vom Hecht beschreibt[1], kommt gegen Ende seiner Darstellung auf die Zähne niederer Wirbelthiere im Allgemeinen zu sprechen und nennt dieselben nur aus Dentin, Cement und wahrscheinlich stets auch der Cuticula bestehende Gebilde.

Dass man genauere Untersuchungen der Zahngebilde niederer Wirbelthiere nicht anstellte und in Folge dessen zu einer, wie wir sehen werden, so irrthümlichen Anschauung, wie die Waldeyer's, kommen konnte, hat meiner Ansicht nach seinen Grund darin, dass die in der Geschichte der Kenntniss des Zahngewebes epochemachende Entdeckung des Ursprungs des Schmelzorgans durch Kölliker die ganze Aufmerksamkeit der auf diesem Gebiet thätigen Forscher auf das Studium des später so eigenthümlich umgewandelten Schleimhautepithels (Schmelzpulpa etc.) und seine Beziehungen zum fertigen Schmelz hinlenkte. Und in der That kann dieses, eine so mächtige Entwicklung erreichende Organ die intensivste Thätigkeit der Forscher in Anspruch nehmen, wie die seit Kölliker's Entdeckung erschienenen zahlreichen Arbeiten (besonders die von Waldeyer, Huxley, Hertz, Kollmann) beweisen. Alle diese Forscher haben mit bewunderungswürdigem Scharfsinn an der Lösung der hier vorliegenden wichtigen Fragen gearbeitet, sind aber gerade durch diese allzugrosse Concentration ihrer Untersuchungen auf dies eine Organ abgehalten worden, den jedenfalls einzig richtigen Weg, nämlich den der möglichst ausgedehnten Vergleichung, einzuschlagen. Was vom Schmelzorgan gilt, lässt sich in dieser Beziehung auch von der sog. Membrana eboris sagen, über deren Bedeutung und Verhältniss zum Dentin seit ihrer Entdeckung durch Kölliker und Lent ebenfalls die eingehendsten Untersuchungen angestellt worden sind. Beide Entdeckungen, der schmelz- und der dentinbildenden Membran, waren so neu und überraschend, dass sich eine ganz neue Aussicht in die Erkenntniss des Zahngewebes eröffnete. Veraltete Anschauungen wurden aus dem Wege geräumt, zu gleicher Zeit aber auch Beobachtungen vollkommen vernachlässigt, die zwar von ältern, aber bei weiten vergleichender verfahrenden Forschern mitgetheilt die grösste Beachtung verdient hätten. In den ältern Arbeiten über Zähne findet sich nämlich eine nicht unbedeutende Zahl von Angaben über das Vorkommen einer echten Schmelzbedeckung bei Reptilien-, Amphibien- und Fischzähnen, über ein diesen Schmelz bildendes, differenzirtes Schmelzorgan (Schmelzkeim), sowie vor allen über die Entwicklung dieser Zähne in Säckchen. Fast allen neuern Forschern aber, deren Arbeiten über Zähne mir zum Studium vorliegen, scheint die Mehrzahl dieser Angaben gänzlich unbekannt zu sein. Ein näheres Studium besonders der Arbeiten von OWEN[2] und RETZIUS[3] muss wenigstens den Gedanken aufkommen lassen, dass die Zähne niederer Wirbelthiere denen der Säugethiere in jeglicher Beziehung morphologisch gleich seien und muss auffordern in diesem Sinne Untersuchungen anzustellen. Allein bei unsern neuern Forschern finden wir Nichts von dem; sie halten beständig an dem oben erwähnten Gegensatz zwischen den Zähnen der Säugethiere und denen der übrigen Wirbelthiere fest.

Meine Untersuchungen beschränkten sich anfangs auf den so interessanten Kauapparat der Cyprinoiden, und nur nebenbei unterwarf ich auch die Zähne von Esox, Perca fluviatilis, Acerina vulgaris einer nähern Beachtung. Bei letzteren traten mir nun so interessante Erscheinungen entgegen, dass ich anfing mehrere niedere Thiere zur Vergleichung heranzuziehen und endlich, verwundert über die Angaben, die ich bei neuern Forschern fand, zu OWEN's Odontography griff. Hier fand ich, dass Thatsachen, die ich anfangs neu entdeckt zu haben glaubte, OWEN schon längst bekannt waren; musste aber zugleich die Ueberzeugung gewinnen, dass ein eingehenderes Studium besonders der Histologie und Histogenie der Zähne niederer Wirbelthiere von grossem Interesse für unsere Kenntniss sowohl vom Zahn- und Knochengewebe, als auch besonders von der Bedeutung des Schmelzes sein müsse. Ich dehnte deshalb meine Untersuchungen noch weiter aus, zunächst hauptsächlich in der Absicht einen Ueberblick über das Verhalten des Mundhöhlenepithels zu der dentinbildenden Papille zu bekommen.

Letzteres ist mir, wie ich zeigen zu können glaube, so ziemlich geglückt, ausgenommen leider da, wo es sich um die Lösung eines so schwierigen histologischen Problems, wie die Bildung des Schmelzes ist, handelte. Für die definitive Lösung desselben wichtige Beobachtungen habe ich nur sehr vereinzelte und isolirt dastehende aufzuführen;

überall aber war ich genöthigt auf die Beobachtungen der ältern Forscher zu recurriren, so dass ich meine Untersuchungen nur als eine wenig gelungene Fortsetzung der ihrigen im Sinne der neuern histologischen Anschauungen ansehen kann. Vielleicht dient die Darstellung ihrer zwar geringfügigen, aber eine weite Aussicht eröffnenden Resultate dazu ein geübteres Forscherauge, als das eines Schülers, auf dies Gebiet zu lenken und dadurch eine schnellere Lösung interessanter histologischer Fragen herbeiführen zu helfen.

Es sei mir zunächst gestattet, die Beobachtungen und Anschauungen der ältern Forscher, auf die ich mich beständig stützen muss, in Kürze darzulegen. Ich beschränke mich hierbei, wie bei meinen Untersuchungen, hauptsächlich auf die Fischzähne.

Die ältesten Untersucher der Zahngebilde von Leeuwenhoek[4] (1678) bis Purkyně (1834) sahen die Zähne mit dem erstgenannten Forscher als aus hohlen, von der Pulpa bis zur Peripherie meist unverzweigt ausstrahlenden Fasern zusammengesetzte Gebilde an, die auf der Oberfläche eines kegelförmigen Keims durch Ausschwitzung aus dem Innern desselben schichtenweise abgelagert würden. G. und F. Cuvier und Andere folgten trotz genauer Untersuchungen über Zähne völlig dieser alten Anschauung und trugen ausser vergleichenden Arbeiten über Form und Befestigung der Zähne Nichts wesentlich neues zur histologischen Kenntniss derselben bei. In höherem Grade ist das Letztere dagegen mit den Untersuchungen von Born[5] über Fischzähne der Fall. Wenn auch unter dem Einfluss der Heusinger'schen Schule, die die Zähne irrthümlich zu den Hornbildungen rechnete, entstanden sind dieselben doch mit grosser Sorgfalt angestellt und haben auf eine Anzahl sehr beachtenswerther Thatsachen aufmerksam gemacht.

Sämmtliche Horngebilde zerfallen nach Born in Strahlen- und Plattengebilde; erstere wieder in Haare und Zähne; an letzteren wird sowohl das Dentin als auch der Schmelz als Horngebilde aufgefasst. Die Fischzähne theilt nun Born nach ihrer Substanz ein in:

1) Zähne, die blos aus Horngewebe bestehen
   a) solche, die blos als höhere Entwicklung des die Mundhöhle auskleidenden Epithels anzusehen sind (Hornzähne der Cyclostomen)
   b) solche, welche sich schon analog den Zähnen höherer Thiere in Säckchen ausbilden (Zähne von Chaetodon und Pimelodes).

Die als Beispiele zu b) angeführten Zähne zeigen uns (cf. unten), dass Born das homogene oder bei den ihm zu Gebote stehenden Vergrösserungen homogen erscheinende Dentin mit der von ihm richtig als

Schmelz bezeichneten Belegmasse an den Spitzen dieser Zähne identificirt. Der Schmelz ist für **Born** eine homogene Hornmasse.

2) Ueberlegte Zähne, d. h. aus 2 verschiedenen, übereinander liegenden Substanzen bestehend:

a) solche, die aus Fasersubstanz bestehen und mit Schmelz überlegt sind. Die Keimsubstanz setzt sich in die einzelnen hohlen Fasern fort

b) solche, die im Innern eine von Knochensubstanz umgebene Keimhöhle haben und, so weit sie aus dem Zahnfleisch hervorragen, von Schmelz bedeckt sind Dieser ist im vollkommenen Zustande milchweiss, durchscheinend, glänzend und äusserst hart, bei einigen Fischen aber auch gelbbraun, hornartig, und weniger fest.

Die Pflasterzähne von Sparus, die Zähne des Hechtes und der Haie, die hierhergehören, zeigen den Schmelz am mächtigsten ausgebildet.

Aus der Definition der Gruppe 2a geht hervor, dass **Born** das Dentin mit leicht sichtbaren Zahnkanälchen als »Fasersubstanz« bezeichnet. Diese Fasersubstanz rechnet er, wie die Vergleichung der zu 2a von ihm gerechneten Zähne mit dem Horn des Rhinoceros, den Barten der Walfische und Zähnen von Ornithorynchus zeigt, ebenfalls zu dem Horngewebe; stellt sie jedoch der homogenen Schmelzmasse gegenüber. Der Schmelz, den **Born** in b) als milchweiss und sehr hart beschreibt, ist hartes Dentin mit sehr feinen Zahnkanälchen; der als gelbbraun, hornartig und weniger fest bezeichnete ist dagegen, wie weiter unten klar werden wird, echter Schmelz.

Den Uebergang von 1 zu 2 bilden nach B. die Zähne von Acanthurus, die Schlundzähne von Echeneis Naucrates und Exocoetus evolans dadurch, dass sie an der Basis mit einer sehr dünnen Knochenlamelle auf dem als Grundlage dienenden Knochen ruhen.

Nach ihrer Befestigung unterscheidet **Born** die Fischzähne als solche:

a) die blos im Zahnfleisch befestigt sind,

b) die in Alveolen eingekeilt,

c) die epiphysenartig mit dem Knochen verbunden sind

d) die an der Wurzel mit dem basischen Knochen verschmelzen.

Ausser den Zähnen der Cyclostomen und Gymnodonten entwickeln sich nach **Born** die Fischzähne sämmtlich in Säckchen. Dieses hängt nach unten mit dem Zahnfleisch zusammen und besteht aus zwei Häutchen. Anfangs ist das Säckchen mit einer röthlichen Flüssigkeit erfüllt, später erscheint an der untern Fläche der Keim als röthlicher Körper. Der Zahn bildet sich lamellenweise, ob durch Verkalkung der Pulpa selbst oder durch Ausscheidung wird nicht gesagt.

Interessant ist folgende Aeusserung Born's. »dass der Schmelz von der innern Fläche des innern Blattes (des Zahnsäckchens) abgesondert werde, scheint mir unwahrscheinlich, denn die äussere Oberfläche des Schmelzes ist gleich härter, nach innen aber weicher, was doch nach obiger Ansicht umgekehrt sein müsste«. Es wird uns später noch klarer werden, dass Born das Schmelzorgan der Fische vielleicht überall angetroffen hat, nämlich als inneres Blatt des Zahnsäckchens. Hier sei nur soviel bemerkt, dass man unter der Loupe mit Nadeln z. B. beim Hecht, ohne viele Schwierigkeiten die äussere bindegewebige Begrenzung des Zahnkeimes, das eigentliche Zahnsäckchen (cf. unten), theilweise isoliren und dann sehr leicht das innen dem Keim aufliegende Schmelzorgan als äusserst zartes Häutchen abheben kann. Die Bedenken Borns dieses innere Häutchen für das schmelzerzeugende zu halten rühren daher, dass er die äusserste harte und auf den ersten Blick homogen erscheinende Dentinschicht, welche sich von aussen nach innen zu bildet, mit dem Schmelz verwechselte.

Die Hauptirrthümer Borns entstanden offenbar aus der Unvollkommenheit seiner optischen Hülfsmittel, die ihm die feinere Structur von Massen, die auf den ersten Blick homogen erscheinen, nicht erkennen liessen. Mit der Verbesserung der Mikroskope machte deshalb auch die Kenntniss des Zahngewebes in den nun folgenden Jahren rasche Fortschritte, und die irrthümlichen Anschauungen Borns konnten verlassen werden. Durch die Entdeckungen Purkyně's[6], dann durch die sehr sorgfältigen Untersuchungen von Retzius[5], Joh. Müller[7], endlich durch die alle Wirbelthierklassen gleichmässig berücksichtigenden Forschungen Owen's wurden zunächst die Röhrennatur der Zahnfasern (im ältern Sinne) (tubular structure Owen) und die zahlreichen Verästelungen und Anastomosen derselben definitiv festgestellt; man fand ferner, dass auch scheinbar homogene Zahnmasse (Vitrodentine Owen) bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen als von Röhren durchzogenes Dentin sich darstelle; man constatirte das Vorkommen eines wirklichen Schmelzes bei niedern Wirbelthieren und eines diesen bildenden, der Zahnpapille aufliegenden, membranösen Schmelzorgans. Owen speciell war es vorbehalten, in seiner prachtvollen Odontography erstens, die alte Anschauung, nach der das Dentin als Abscheidung der Papillenoberfläche gebildet werden sollte, umstossend, die Umwandlung der Papille selbst durch successiv von aussen nach innen fortschreitende Verkalkung zu beweisen; zweitens aber den allmäligen und vollständigen Uebergang von Zahn- in Knochengewebe und umgekehrt (besonders an Fischzähnen) darzulegen.

Die Eintheilung der Fischzähne durch **Owen**, die ich hier wiedergeben will, sieht gänzlich davon ab, ob ein Zahn echten Schmelz besitzt oder nicht; ihr alleiniges Princip ist die Structur des Dentins, und gerade dadurch besitzt sie, wie wir weiterhin sehen werden, einen grossen Werth.

Die Eintheilung findet sich l. c. dental system of fishes 8.

I. Parallele, längliche Cavitates pulpae mit gleichem Abstand von einander, jede mit einem Kalkröhren- (Zahnkanälchen)system*) bilden durch Knochen- oder Cementhüllen geschiedene und den ganzen Zahn zusammensetzende Dentickel.

Pristis; Myliobates; Zygobetes; Maxillarplatten der Chimaeroiden; Kieferbekleidung von Scarus.

Die Cavitates pulpae stehen mit den Markkanälen des unterliegenden Knochens, wenn solcher vorhanden, in Verbindung.

II. Die mit den Markkanälen des Knochens in Verbindung stehenden und ihnen homologen Cavitates pulpae laufen nicht mehr so parallel, wie in den zu I gehörigen Zähnen. Die Enden der Kalkröhren der einzelnen Röhrensysteme durch kleine Lagen von **Purkyne**'schen Körperchen (Knochenkörperchen) verbunden oder direct in einander übergehend. Die Cavitates pulpae gleichen durch das Vorkommen von Anastomosen schon mehr echten Medullarkanälen.

Cestracion Philippi; fossil: Ptychodus, Psammodus, Helodus, Ctenoptychius.

III. Cavitates pulpae oder Medullarkanäle ein unregelmässiges Netzwerk bildend. Zwischensubstanz mit Zahnkanälchen und Knochenkörperchen. Der ganze Zahn aussen von einer festen, oft fast homogenen Dentinlage umgeben. — Die am weitesten verbreitete Form der Zahnstructur bei Fischen.

Acanthurus, Sphyraena, Esox.

IV. Nur eine mit den Markräumen des basischen Knochens in Verbindung stehende Pulpahöhle mit einem einzigen System davon ausstrahlender Kanälchen (wie bei Säugethier- und Reptilienzähnen)

---

*) In den Hohlräumen der sich verästelnden Fasern des Zahns dachte man sich, wie auch in den strahlenförmigen Knochenhöhlen, die Kalksalze abgelagert.

Fossile Sauroidfische und Pycnodonten; Maxillarzähne von Balistes und Lophius; Schneide- und Molarzähne der Sparoiden; Pharyngealpflasterzähne von Labrus; Maxillar- und Pharyngealdentikel von Scarus; lamellenförmige Dentikel von Diodon und Tetrodon.

Gegen Ende meiner Abhandlung, in der ich noch Gelegenheit haben werde, den schon von Owen beschriebenen Zahnformen noch einige neue höchst interessante hinzuzufügen, werde ich genöthigt sein auf die obige, in mancher Beziehung ausgezeichnete Eintheilung der Zähne zurückzukommen. Ich begnüge mich an diesem Orte damit noch auf die von Owen sehr ausführlich und trefflich beschriebenen, den echten dentes compositi bei Säugethieren (Elephant; Hase) völlig homolog gebauten Pharyngealplatten von Scarus aufmerksam zu machen (Owen l. c. p. 149. Taf. 50 Fig. 3). Dieselben sind, wie die gleichen Bildungen bei Säugethieren, entstanden durch das Verwachsen einzelner neben einander stehender Zahnkeime, welche, ein jeder aus einer später verknöchernden Pulpa, Dentin und echtem Schmelz bestehend, durch Verkalkung der bindegewebigen Scheidewände (Zahnsäckchen) aneinandergekittet wurden. Diese eigenthümliche Zahnbildung ist ein deutlicher Beweis, dass die Zähne der höhern Wirbelthiere an Vollkommenheit vor denen der Fische Nichts voraus haben, wenn nicht gar von diesen übertroffen werden.

Der Schmelz fehlt nach Owen den Zähnen der meisten Fische und den Ophidiern unter den Reptilien. Um die oberste Schicht eines Zahnes für Schmelz erklären zu können, scheint Owen nur eine scharfe Grenze derselben gegen das Dentin zu verlangen; wo er diese nicht constatiren kann, z. B. an der äussern homogenen Dentinschicht (Vitrodentine) vieler Fischzähne, leugnet er, und zwar mit Recht, ihre Schmelznatur.

Wo übrigens der Schmelz bei Fischen nach Owen vorkommt*), ist er oft kaum vom Dentin zu unterscheiden. Auch in ihm kommen nämlich Kalkröhren vor, die aber in anderer, oft entgegengesetzter Richtung, wie die im Dentin verlaufen. Aehnlich ist der Bau des Schmelzes auch bei den Reptilien, wo er in sehr dünner Lage vorkommend durchscheinend, dicht und feinfaserig ist. Die Beziehungen zwischen diesem faserigen Zahnschmelz und dem aus breiten Prismen zusammengesetzten Säugethierschmelz denkt sich Owen so, dass die Prismen verdickte, regelmässiger gestellte und sich nicht mehr verästelnde Fasern (Kalkröhren) sind.

---

*) Bei Sargus, Balistes, Scarus, Phyllodus Taf. 43, 44, 50 und 52.

Die Entwicklung der Fischzähne findet nach Owen in den meisten Fällen ohne Bildung eines geschlossenen Zahnsäckchens durch einfache Odontificirung einer freien Papille statt. Diese freie, eine Flüssigkeit enthaltende und von einer dicken Membrana propria pulpae umgebene Papille kann jedoch in vielen Fällen von einer dünnen »external buccal mucous membrane«, die mit dem Wachsthum der Papille mehr und mehr abnimmt, überdeckt sein, oder sie wird nachträglich in eine Vertiefung einer Falte der Schleimhaut verborgen, die jedoch, im Gegensatz zu dem Zahnsäckchen der Säugethiere, in keinem organischen Zusammenhang mit der Papille steht (Selachier). Ein echtes Zahnsäckchen kommt dadurch zu Stande, dass die junge Papille von der Membran, aus der sie sich erhebt, umwachsen wird, wodurch ein geschlossener Sack entsteht. Frei in der Mucosa liegt derselbe bei Lophius, Esox, Cyprinus etc., wie bei den Säugethieren in die Kiefer eingesenkt und später völlig bis auf eine kleine Oeffnung von ihnen umschlossen bei Balistes, den Sparoiden, Sphyraena und Scarus. Im ersteren Falle entstehen die Ersatzzähne zwischen oder hinter den alten; sie können daselbst in allen Entwicklungsstadien leicht aufgefunden werden; in letzterem Falle dagegen entstehen die Ersatzzähne meist unterhalb des alten Zahnes im Innern des Knochen und werden erst sichtbar, wenn sie von unten andräugend den alten Zahn zur Resorption bringen und dessen Stelle einnehmen.

Ein echtes Schmelzorgan kennt Owen mit Sicherheit nur bei Balistes, Sargus, Chrysophrys und Scarus. Dasselbe ist membranös, und ähnelt sein Gewebe der gewöhnlichen Pulpa mehr, als bei den Säugethieren; zahlreiche eng gestellte feine Fasern stehen senkrecht auf der Oberfläche der Dentinpulpa. Die an der Kapsel- (Zahnsäckchen)wand anliegende Partie besteht aus einem körnigen und faserigen Gewebe. Gefässe dringen nicht hinein*).

Noch genauer und sorgfältiger wohl, als die Untersuchungen Owen's, wenn auch nicht so umfassend, sind die von Retzius[3]. Dieselben beschränken sich allerdings zum grossen Theil auf die Erforschung des Röhrenbaus der Zähne und zwar vornehmlich der Säugethierzähne, erstrecken sich jedoch auch auf Fischzähne und hier insbesondere auf den Schmelz derselben. Retzius beschreibt Schmelz von Sargus Rondeletii (p. 523), Balistes Vetula (p. 524), Squalus cornubicus (Verwechselung mit der äussersten Dentinschicht?), Gadus Molva (p. 527), Anarrhichas Lupus (p. 529. Vorderzähne und Vomerzähne). Bei Cyprinus Idus konnte sich Retzius nicht vergewissern, ob die schmelzähnliche, weisse, durchsichtige Bedeckung der Spitze der Zähne wirklicher Schmelz sei. Bei Sargus ist der Schmelz nach Retzius bräunlich und ebenso bei Balistes; weiss dagegen an der Spitze der Zähne von Gadus Molva und auf den Vomerzähnen von Anarrhichas. Unter den Reptilien haben Schmelz Crocodilus sclerops und C. Lucius (p. 521); er wurde vermisst bei Python bivittatus.

---

*) Siehe über die Entwicklung der Fischzähne l. c. Part I. Dental system of fishes 9.

Bezüglich der feinern Structur des Schmelzes führt Retzius einige für uns sehr beachtenswerthe Beobachtungen an. Er sagt (S. 544 ff), dass der Schmelz überall, wo er ihn aufgefunden, an der Grenze des Dentins von eigenthümlichen Rissen und Spalten durchzogen sei. Am Schmelze höherer Thiere erscheinen sie zwischen den einzelnen Prismen, die an solchen Stellen oft gezahnten Linsenfasern gleichen. Lässt man dünne Zahnscheiben einige Stunden in kaustischem Kali liegen, so sollen ganze Flecke solcher poröser Stellen im Schmelz entstehen. Bei Sargus und Balistes Vetula fand Retzius diese Spalten äusserst regelmässig angeordnet, in ihrem Aussehen Zahnkanälchen gleichend. Er hält also das, was Owen als mit Kalksalzen gefüllte Röhren auffasst, für Lücken im Schmelz und spricht die Ansicht aus, dass die unorganische Schmelzfaser (Prisma) von einer organischen durch Kali oder sonstige Einflüsse zerstörbaren und Spalten hinterlassenden Kapsel umgeben sei. Als dieser Kapsel angehörend fasst er auch die an Milchzähnen fehlenden Querstreifen der Schmelzprismen auf.

Ich komme jetzt zur Besprechung der Beobachtungen neuerer Forscher und muss zunächst Leydig erwähnen. In seiner Histologie[8] sagt er (p. 302), dass nach Owen die Zähne der Amphibien und Fische mit Ausnahme einiger Saurier nie in Säckchen eingeschlossen würden und damit zugleich die Anwesenheit eines Schmelzorgans wegfiele. Ausser dem Schmelz mangele diesen Zähnen auch noch der Cement. An einer andern Stelle desselben Werkes (p. 328) finde ich, dass er die von Owen manchen Fischen z. B. Sargus vindicirte bräunliche Schmelzlage ebenfalls gesehen und die Frage aufwirft, ob wirklich, wie es Owen von Sargus und vom Frosch behaupte, dieselbe einem Schmelzorgane ihren Ursprung verdanke. Er fügt dann hinzu, dass bei Anguis fragilis kein Schmelzorgan vorhanden sei; der Zahn ist ihm das Verkalkungsproduct einer freistehenden Papille. Die äusserste Schicht der Zähne von Myliobates, nach Harless[9] echter Schmelz und aus einer Verkalkung von Epithelplättchen hervorgegangen, hält Leydig für identisch mit der homogenen äussern Dentinschicht der übrigen Selachier. Speciell über die Zähne des Erdsalamanders handelt **Leydig** an einem andern Orte[10] und spricht hier zuerst eine eigenthümliche Ansicht über die Entwicklung der Zähne aus. Dieselben entstehen nach ihm im Grunde des Schleimhautepitheliums im Innern eines aus Epithelzellen gebildeten Ballens; die Zellen des letzteren nämlich sollen in seiner Mitte durch Auseinanderweichen die Entstehung einer Spalte herbeiführen und in diese hinein die später erhärtende Zahnmasse abscheiden. Dem Bindegewebe wird jeder Antheil an der Bildung des Zahns abgesprochen; derselbe ist mit allen seinen Theilen ein Erzeugniss von Epithelzellen. Die Oberfläche des Zahns bedeckt ein homogenes Häutchen, eine Cuticula, die von der Basis des Zahns auf den unterliegenden Knochen übergeht und die Verbindung zwischen beiden herstellt.

Diese eigenthümliche unsern bisherigen Anschauungen über die Morphologie der Zähne gänzlich fremde Entwicklungsweise derselben beschreibt nun **Leydig** neuerdings[11] auch von unsern einheimischen Schlangen und versucht zu gleicher Zeit dieselbe sämmtlichen bekannten Zahngebilden zu vindiciren, indem er die Ansicht ausspricht, dass die sog. Membrana eboris **Kölliker**'s oder die Odontoblastenschichte in frühester Jugend des Zahnkeimes nach unten mit der Membrana adamantinae continuirlich zusammenhänge, jedoch bald durch das in der Spalte zwischen beiden Zellhäuten nach unten vordringende, in seiner Hauptmasse oder ausschliesslich von der Membrana eboris gebildete Dentinhütchen von der letztern getrennt werde. **Leydig** schliesst seine Ansicht einem frühern Ausspruch **Reichert**'s[12] über das Verhältniss der Odontoblasten zum Bindegewebe an und will gewissermassen wieder zu der Stellung mancher ältern Forscher zurückkehren, die, wie wir von **Born** sahen, die Zähne als Horngebilde auffassten. Zur Erklärung der so eigenthümlichen Verschiedenheiten zweier nach **Leydig** auf gleiche Weise entstehenden Bildungen, des Dentins und des Schmelzes, welch' letzteren er jedoch nur den Säugethieren zuschreibt, vergleicht er den Zahn mit der aus zwei differenten Lagen bestehenden Muschelschaale (Abbildung davon in seiner Histologie p. 109), wie mir scheint, jedoch in etwas gezwungener Weise.

Die Arbeit von **Leydig** über Schlangenzähne ist mir leider erst zu einer Zeit in die Hände gelangt, wo es mir nicht mehr möglich war, an Schlangenzähnen so genaue Untersuchungen anzustellen, wie sie die Autorität eines so grossen Forschers, wie **Leidig**, verlangen muss. Ich hoffe dagegen über die Entwicklung der Tritonenzähne Einiges in dieser Sache entscheidendes beibringen zu können.

Eine Arbeit sehr neuen Datums über Zähne ist von **Sirena**[13] geliefert. Dieselbe ist mir leider nur in einem Auszuge bekannt. Sie handelt ausschliesslich über Amphibien- und Reptilienzähne. Sirena beschreibt einen Schmelz bei Rana (schon Owen bekannt l. c. Dental system of reptils II) und Lacerta agilis (gleichfalls Owen bekannt), wie es scheint, als neue Entdeckung. Die Structur des Schmelzes wird als durchscheinend und homogen beschrieben; bei beiden Thieren ist ein differenzirtes Schmelzorgan vorhanden, das sich wie bei den Säugethieren vom Mundhöhlenepithel aus bildet und in ein vollkommenes Zahnsäckchen eingeschlossen wird. Ueber die Entwicklung der mit gelblicher Spitze versehenen Zähne von Siredon und Triton erfahren wir, dass die Zahnpapille auf ihrem jüngsten Stadium aus einer einzigen grossen Bindegewebszelle bestehe, um die sich das erste Dentin abscheide*).

In der voraufgegangenen Darstellung der frühern Arbeiten über Fischzähne, die mir absolut nothwendig erschien, habe ich, obwohl sie so weitläufig geworden, doch nur auf Allgemeines aufmerksam gemacht; zahlreiche Einzelheiten finden ihren richtigen Platz nur im Laufe der Darstellung meiner eignen Untersuchungen selbst. Ich beginne dieselbe mit der speciellen, ausführlicheren Beschreibung des Kauapparats der Cyprinoiden und der Zähne von Esox Lucius; behandle dann gemeinsam die übrigen von mir untersuchten Fischzähne, drittens die Zähne der Tritonen, vorzüglich nach ihrer Entwicklung, und endlich noch einige interessante Beobachtungen an Hautknochen bei Fischen.

I.

Der Kauapparat der Cyprinoiden.

Das Vorkommen von Zähnen ist bekanntlich bei den echten Cyprinoiden auf den hintern Abschnitt des Visceralapparats beschränkt. Jeder der beiden letzten kiemenlosen Visceralbögen, die den hintern Theil des Schlundes umrahmen, trägt an seiner innern Seite in 1—2, selten 3 Reihen geordnet die wenigen, mit der Knochenmasse fest verwachsenen und sehr characteristisch gebildeten Zähne. Den Uebergang zu andern Fischen mit Zahnbewaffnung an den Kiefertheilen macht die Familie der Cyprinodonten. Owen (l. c. p. 144) behauptet, dass bei Barbus fluviatilis Rudimente von Kieferzähnen am Alveolarrand der Ossa maxillaria, intermaxillaria und mandibularia in Form kleiner, steifer, im Zahnfleisch versteckter Papillen vorkämen. Ich kann dies, soweit ich die Barbe, allerdings nur durch freie Praeparation, darauf untersucht habe, nicht bestätigen.

---

*) Anm. Als meine Untersuchungen fast beendet waren, kam mir noch eine kleine Notiz über das Vorkommen einer Schmelzlage auf den Zähnen von Labrus maculatus zu Händen. Sie findet sich in: Natural history transactions of Northumberland and Durham Vol. III Part II und ist betitelt: On the teeth of the Ballan Wrasse (Labrus maculatus) by Joseph Wright Plate XV. Wright beschreibt einen richtigen Schmelz, wie er nach meinen Untersuchungen überall auf Fischzähnen vorkommt und erinnert daran, was mir entgangen ist, dass L. Agassiz bei den fossilen Gattungen Pygopterus und Saurichtys, Mr. Althey bei den fossilen Genera Gyrolepis, Amblypterus, Pygopteris und Cycloptychius eine ähnliche Structur der Zähne beschrieben haben.

Die Zähne der Cyprinoiden sind meistens etwas bogenförmig nach oben gekrümmt und an oder unterhalb ihrer Spitze fast immer mit einer sehr verschieden gestalteten Kaufläche versehen. Durch einen ziemlich complicirten Muskelapparat, der die beiden Schlundknochen in Bewegung setzt, wirken sie gegen eine am Occipitalbein befestigte hornige, sehr harte Kauplatte. Vollständige Beschreibungen und Abbildungen vom Kauapparat haben Jurine[14] und Owen (l. c. p. 146 ff) gegeben. Ersterer vermuthet, dass die Cyprinoiden Wiederkäuer seien; letzterer giebt eine detailirte Schilderung des Muskelapparates der Schlundknochen; dieselbe entbehrt jedoch der Vollständigkeit und giebt keine richtige Vorstellung von den im höchsten Grade mannigfaltigen Kaubewegungen, die unsere Fische auszuführen im Stande sind. Es erscheint deshalb vielleicht nicht unangebracht, den in Rede stehenden Muskelapparat etwas näher zu betrachten.

Die unteren Schlundknochen der Cyprinoiden sind 2 spangenartige, schräge vom Hinterhauptsbein aus einen nach vorn und unten concaven Bogen beschreibende Knochen. Die oberen freien, von einander getrennten und etwas nach vorn zurückgebogenen Enden sind durch Ligamente und Musculatur zu beiden Seiten der Kauplatte am Hinterhauptsbein befestigt; die vordern und untern Enden legen sich, indem sie sich zuspitzen, eng an einander an, durch ein wenig nachgiebiges Ligament, das nach Owen bei ganz alten Thieren verknöchern kann, verbunden. Nach fast derselben Richtung und längs desselben Randes, an den sich bei den übrigen Visceralbögen die Kiemen ansetzen, erhebt sich nach unten und hinten eine breite knöcherne Spina, die nach beiden Enden an Breite abnehmend nach vorne eine ebene, mit grossen Gruben (öffnungen der Markräume des Knochens) versehene und beim Aufheben des Kiemendeckels sogleich in die Augen fallende Fläche kehrt, nach hinten allmälig in den verdickten innern Rand der Schlundknochen, der die Zähne trägt, übergeht. Denken wir uns diese Spina und die dem innern Rande aufsitzende Verdickungsmasse vom Schlundknochen, an dem sie offenbar nur Theile sind, die ausschliesslich Beziehung zum Kauact haben, abgeschnitten, so hat der Rest die

Form eines ganz gewöhnlichen Kiemenbogens der noch auf seinem concaven Rande dieselben papillösen Erhebungen trägt, wie die echten kiementragenden Visceralbögen an derselben Stelle. Während aber an letzteren stets zwei Reihen, eine innere und eine äussere, von solchen, bei allen Knochenfischen die einzigen zahntragenden Stellen des Kiemenbogens vorstellenden, Erhebungen vorhanden sind, finden wir am Schlundknochen nur die äussere erhalten; die Papillen der inneren Reihe sind zu einem einzigen Wulst verschmolzen, und dieser Wulst trägt die Zähne, derer alle übrigen papillösen Erhebungen der Visceralbogen bei den Cyprinoiden ermangeln. Es ist gewiss nicht ohne Interesse, so zu sehen, wie die Zähne den Platz, der ihnen bei allen übrigen Knochenfischen auf den Kiemenbögen angewiesen ist, auch hier innehaben.

Den Kau- und theilweise auch Reissbewegungen der Schlundknochen stehen nun 5 Muskelpaare von verschiedener Mächtigkeit vor. Fig. 4 Taf. XXVII giebt 2 Ansichten der Musculatur des Kauapparates eines mässig grossen Individuums von Leuciscus rutilus. *A* zeigt den Apparat von unten, *B* von der Seite, beide in zweimaliger Vergrösserung. *α* in *A* ist der Durchschnitt des Anfanges des Oesophagus; *β* in *B* die hintere Grenze des Schädels, *γ* die untere der Wirbelsäule, *δ* ein Vorsprung des Schädeldaches.

Das Muskelpaar *a a* besteht aus 2 gering entwickelten Muskeln, deren jeder mit einer ziemlich langen Sehne an dem vordern, untern Theil eines Schlundknochens sich inserirt und vom untern Theil des Schultergerüstes entspringt, somit vom vordern Ende des Schlundknochens etwas schräg nach aussen, hinten und unten zieht. Diese Muskeln vermögen den ganzen Schlundknochenapparat, der sich dabei in seiner obern Verbindung mit dem Schädel bewegt, und mit ihm den übrigen Visceralapparat etwas nach hinten und unten zu ziehen; vielleicht können sie auch ein geringes Auseinanderrücken der beiden Schlundknochen erzielen.

Die Antagonisten dieser und aller andern Muskeln des Kauapparats sind die beiden Muskeln *b b*. Sie entspringen von den untern Verbindungsstücken der Kiemenbögen und ziehen als breite, aber nicht sehr dicke Muskelbänder nach hinten, um sich in der ganzen Länge der untern und äussern Ränder der beiden vordern, etwas nach oben aufsteigenden Theile der Schlundknochen zu inseriren. Sie können nur wirksam werden, wenn der kiementragende Apparat fixirt ist und ziehen dann die durch die Muskeln *a a* und die gleich zu beschreibenden 3 übrigen Muskelpaare eng gegeneinander und gegen die Kauplatte gepressten Schlundknochen nach vorne und unten; zugleich entfernen sie auch wohl beide Schlundknochen von einander. Dass sie nur gering entwickelt sind, erklärt sich daraus, dass ihre Aufgabe nur darin besteht, den Schlundknochenapparat, der nach dem Aufhören der Contractionen der andern Muskeln aus der gewissermassen unnatürlichen Lage, in die ihn die Thätigkeit der letztern versetzte, in seine natürliche zurückzukehren schon selbst durch seine eigne Schwere bestrebt ist, in diesem Streben zu unterstützen.

An dem äussern Rand der Spina des Schlundknochens und theilweise an der Umbiegung ihres Randes in die innere Verdickungsmasse des Knochens entspringt eine sehr mächtige Muskelplatte c, deren Fasern schräg nach innen und oben ziehend längs einer schräg vom Ende des Schädels gerade unterhalb der Wirbelsäule nach unten und hinten ziehenden knöchernen, unbeweglich am Schädel befestigten, Spina sich inseriren. Fig. 4 *A* zeigt die beiden Muskeln *cc* in ihrer Lage zu einander. Sie ziehen, wenn sie zu gleicher Zeit wirken, die Schlundknochen, und zwar speciell die zahntragenden Theile derselben, nach hinten, innen und etwas nach oben; nähern also die beiden Zahnreihen einander und um ein geringeres auch der Kauplatte.

Viel vollkommener wird die letztgenannte Function ausgeübt von einem sehr mächtig entwickelten Muskel *d*, der sich jederseits an das freie, nach vorn umgebogene obere Ende des Schlundknochens inserirt und mit ziemlich breiter Basis vom untern und seitlichen Theil des Schädels entspringt. Er zieht mit grosser Gewalt den Schlundknochen gegen den Schädel, also die Zähne gegen die Kauplatte, und nur in sehr geringem Grade, da seine Fasern gegen den Schädel zu etwas nach innen ziehen, nähert er im Verein mit seinem Kameraden beide Schlundknochen einander.

Die Function des fünften Muskelpaares *ee* ist mir nicht ganz klar. Beide Muskel *e* haben ihre eine Ansatzstelle an dem vordern Theil der Spina; von hier ziehen ihre Fasern an der untern Fläche des Kauapparats in einem flachen, nach vorne concaven Bogen gegen die Mittellinie des ganzen Apparates, um in derselben ihre Sehnenbündel zu einem gerade nach vorne verlaufenden und in das die vordern Enden der Schlundknochen verbindende Ligament übergehenden Bande sich vereinigen zu lassen. Dieses also ganz auf die Schlundknochen selbst beschränkte Muskelpaar scheint in sofern ein Antagonist des Paares *cc* zu sein, als es die vordern Theile der beiden Schlundknochen einander nähert, das letztere dagegen nur die hintern zahntragenden Partien.

Ich glaube, dass diese Beschreibung der 5 am Kauapparat der Cyprinoiden aufzufindenden Muskelpaare uns einigermassen begreiflich machen wird, welche Mannigfaltigkeit von Bewegungen die beiden Schlundknochen ausführen können, wenn die Muskeln eines Paares nicht gleichzeitig, sondern nach einander contrahirt werden. Greif-, Reiss- und Mahlbewegungen erscheinen sämmtlich möglich, und es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass Form der Zähne und stärkere oder schwächere Entwicklung des einen oder andern Muskelpaares im engsten physiologischen Zusammenhang stehen, so dass eine Gattung diese, die andere jene speciellen Bewegungen vorzugsweise ausführt.

Kauplatte.

Die Umwandlung eines Theiles des Schleimhautepithels zu einer äusserst festen, verhornten, scheibenförmigen Masse, der sogenannten Kauplatte, ist für die Familie der Cyprinoiden noch characteristischer, als der eigenthümliche Schlundknochenapparat mit seinen sonderbar gestalteten Zähnen. Die Kauplatte ist bei erwachsenen Thieren auf der untern, die Form der Kauplatte nachahmenden, schalenförmigen Fläche eines Knochenstückes befestigt, das in der Mitte des Schädelgrundes dem Occipitalbein fest angewachsen ist. Zwischen dem letzteren und dem Stützknochen der Kauplatte befindet sich in der Mittellinie ein Kanal zum Durchtritt der Arteria subvertebralis.

Wie die Zähne, so variirt auch die Form der Kauplatte mannigfaltig, vorzüglich in ihrer relativen Grösse und Härte, weniger in der Form. Letztere ist im Allgemeinen birnförmig, indem die Kauplatte, nach vorne etwas breiter und abgerundet, hinten mehr oder weniger plötzlich sich verschmälernd in einen einem Stiel vergleichbaren Abschnitt ausläuft und mit diesem ganz allmälig in gewöhnliches Schleimhautepithel übergeht. Die Oberfläche der Kauplatte ist meistens eine einfach gewölbte; manchmal zeigt sie mehrere regelmässig geordnete Wülste. Eine sehr interessante Form hat die Kauplatte von Barbus fluviatilis. Dieselbe hat ungefähr in ihren Umrissen die Gestalt eines Trapezes mit gewölbten Seiten. Die grössere der parallelen Seiten wird durch den vorderen Rand der Platte, die bei weiten kleinere durch die jedoch nicht scharf bestimmte Grenze des verhornten und gewöhnlichen Epithels am Stiel dargestellt. Die Kauplatte ist nun zusammengesetzt aus dem Stiel und jederseits drei, symmetrisch gestellten und von hinten und aussen nach vorn und innen gerichteten Wülsten, die durch tiefe Einschnitte getrennt nach der Mitte zu jedoch verschmelzen und im vordern, mittlern Theil der Platte eine dreieckige, mit der breiten Basis nach vorne gerichtete ebene Fläche herstellen. Der Stil erweist sich bei näherer Betrachtung als aus den beiden vierten Wülsten jeder Seite durch deren Verschmelzung in der Mittellinie gebildet. Die Oberfläche der Kauplatte ragt niemals um ein Bedeutendes über die der Rachenschleimhaut hervor; die Platte ist vielmehr in eine grubenförmige Vertiefung der letztern eingesenkt, so dass ihre Ränder, ebenso wie die der Horngebilde bei den höheren Thieren, von einem Falze derselben bedeckt werden. Derselbe liegt der Oberfläche der Platte ziemlich fest an; die Rinne zwischen ihm und der Platte ist, ausgenommen am Stiel, wo der Falz allmälig verschwindet, von einer beträchtlichen Tiefe.

Was den mikroskopischen Bau der Kauplatte betrifft, so ist derselbe schon von Molin[15] in einem italienisch geschriebenen Aufsatz ausführlich dargestellt worden. Ich weiss leider von dieser Arbeit nur so viel, dass Molin die Kauplatte mit Recht als eine den hornigen Erzeugnissen der Schleimhaut und Epidermis der höhern Thiere gleichzustellende Bildung auffasst.

Löst man die Kauplatte eines Cyprinoiden aus ihrem Schleimhautbette von der knöchernen Schale los, was an gekochten Fischen sehr leicht geschieht, so bemerkt man, dass mit Ausnahme der untersten, dem Knochen anliegenden Partien und theilweise der untern Ränder der Platte die ganze Masse derselben hart ist, zugleich aber auch diese harte Masse in zwei übereinanderliegende Lagen von verschiedener Härte sowohl, als verschiedener Farbe zerfällt. Die breitere basale Hälfte ist weiss und in ihrer Consistenz sehr festem Knorpel ähnlich. Sie bildet am Rande der Platte an der Grenze der zweiten Lage einen etwas vorspringenden Wulst und ist bei natürlicher Lage der Kauplatte völlig von dem Falz der Schleimhaut bedeckt. Die zweite Lage von Hornsubstanz ist mit der erstern aufs innigste verbunden und bildet den der Wirkung der Zähne ausgesetzten Theil der Platte. Sie ist von einer braunen Farbe, etwas durchscheinend und gemäss ihrer Function bei einigen Species (z. B. Leuciscus rutilus, Tinca vulgaris) von einer solchen Härte, dass sie selbst mit einem sehr scharfen Messer nicht zerschnitten werden kann. Ihre freie den Zähnen entgegen gekehrte Fläche ist stets rauh in Folge der Insulte, die sie von den Zähnen zu erleiden hat.

Legt man den ganzen ausgeschnittenen Kauapparat eines Cyprinoiden in starke (bis 2%) Chromsäurelösung, um denselben für Anfertigung von Querschnitten zu präpariren, so findet man, wenn Zahn und Knochen hinlänglich erweicht sind, die Kauplatte eher noch härter geworden. Dabei lässt sie sich aber jetzt mit Leichtigkeit von ihrer Unterlage abheben. Letztere erscheint dann, wie eine Bürste, mit dichtstehenden haarförmigen Fortsätzen bedeckt, und die abgehobene Platte selbst zeigt auf ihrer rauhen Unterseite eine unzählige Menge kleiner, feiner Poren. Die Chromsäurelösung hat hier den Zusammenhang zwischen dem bindegewebigen Papillarkörper und dem aufliegenden verhornten Epithel zerstört; die Poren der Kauplatte wurden von den Papillen der Mucosa, den haarförmigen Fortsätzen, ausgefüllt. Querschnitte durch die Kauplatte und ihre Umgebung habe ich von in 5% Salzsäurelösung erweichten und dann in Alkohol gehärteten Objecten gewonnen. Man sieht an ihnen, wie die langen schmalen Papillen der Mucosa fast senkrecht bis $^2/_3$ der Dicke der Platte in dieselbe hineinragen. Soweit und noch etwas darüber sind ihre Zwischenräume von Zellen ausgefüllt, die sich mit Karmin imbibiren, kernhaltig sind und den Zellen des Stratum mucosum der Epidermis höherer Wirbelthiere verglichen werden können. In der Kauplatte sind aber diese Zellen nicht weich, sondern bilden die oben beschriebene, knorpelharte, weisse Basalmasse. Die Form dieser Zellen ist unten an der Oberfläche der Papillen elliptisch; sie sind hier klein, mit ihrer Längsachse ziemlich senkrecht auf der Fläche des Bindegewebes stehend; weiter nach oben werden die Zellen grösser; Anfangs rundlich platten sie sich weiterhin polygonal ab und haben alle einen deutlichen, mittelgrossen, bei durchfallendem Licht hell glänzenden Kern mit kleinem dunklen Kernkörperchen; ihre Begrenzungslinien erscheinen niedrig gezackt (Riffzellen). Auf diese imbibitionsfähige Schicht folgt die schon oben erwähnte, etwas mächtigere Schicht stärker verhornter, kernloser, auf dünnen Schnitten durchsichtig farbloser, in grössern Massen braun erscheinender Zellen. Sie erscheinen im Vergleich zu den Zellen der andern Schicht, besonders gegen die Oberfläche der Platte zu, etwas abgeplattet. Eine Anordnung derselben in Lamellen tritt nur in einzelnen, in der Fortsetzung der Papillen liegenden Partien und auch hier nur undeutlich hervor.

Während die Mächtigkeit der weissen Schicht in der ganzen Breite der Platte im Wesentlichen dieselbe bleibt, nimmt die der braunen Schicht nach den Rändern der Platte zu ab, wodurch die gewölbte Oberfläche der letzteren hervorgerufen wird. An den Rändern sind auch die Zellen mehr abgeplattet und gehen allmälig in die der weissen Schicht über, die sich hier gleichfalls von denen in der Mitte durch geringere Grösse und ausgesprochenere Abplattung unterscheiden.

Die Grenze der beiden Schichten auf dem Querschnitt der Platte ist durch keine gerade Linie angedeutet, sondern unregelmässig hügelig. Der Verlust des Kernes und Kernkörperchens, sowie der Imbibitionsfähigkeit, wodurch eine Zelle der untern Schicht sich in eine der obern verwandelt, lässt sich in seinen einzelnen Stadien schwer verfolgen. Am längsten behalten ihre Imbibitionsfähigkeit die zackigen Grenzlinien der Zellen, die sich noch roth färben (Karmin), wenn jene Kern und

Kernkörperchen längst verloren und in ihrer mittleren Partie schon vollkommen durchsichtig geworden sind. Die zackigen Grenzlinien verschwinden übrigens nach oben zu an den farblosen Zellen bald und werden durch vollkommen ebene ersetzt.

Der Falz der Kauplatte zeigt auf Querschnitten durch die Kauplatte ausgewachsener Thiere an seiner innern Fläche zahlreiche, aufs Mannigfaltigste verästelte, in die Rinne des Falzes hineinragende Papillen, welche directe Fortsetzungen der Papillenreihen der Decke des Schlundes vorstellen. Es wird so gewissermassen eine am Rande des Falzes und der Kauplatte sich öffnende, rings um die letztere herumziehende Drüsenfläche gebildet. Die obersten Schichten ihres Epithels enthalten sehr schöne Becherzellen in enormer Menge; bei Barbus fluviatilis schienen sie fast allein aus solchen zu bestehen. Aus der grossen Menge, in der diese secernirenden Zellen gerade **in der Rinne des Falzes** auftreten, und aus dem Umstande, dass ich die bekannten becherförmigen Organe (Geschmacksbecher von Fr. E. Schulze), welche sonst überall in der Schleimhaut der Cyprinoiden in grosser Menge vorkommen, hier vollständig vermisste, glaube ich schliessen zu können, dass dieser Region der Schleimhaut ganz specifische, mit dem Kauact in enger Beziehung stehende Functionen obliegen. Zu bemerken ist noch, dass die Zellen des untern Randes der Kauplatte continuirlich in die Epithelzellen des Grundes der Falzrinne übergehen. Wie oben bemerkt, ruht die Kauplatte bei geschlechtsreifen Thieren auf einem mit dem Schädel fest verwachsenen, platten Knochen. Neben diesem finden sich auf beiden Seiten noch kleine rudimentäre Knochenstückchen dem Schädelgrunde anliegend, die wohl im Verein mit jenem als die obern Verbindungsstücke (obere Schlundknochen) der zahntragenden Visceralbögen zu betrachten sind. Vergleichen wir die oben beschriebene, aus mehreren beiderseits symmetrisch gestellten Wülsten bestehende Kauplatte von Barbus fluviatilis etwa mit dem obern Schlundknochenapparat von Perca fluviatilis, der aus mehreren ebenfalls auf beiten Seiten symmetrisch liegenden, mit feinen Zähnen besetzten und durch schmale weiche Scheidewände getrennten Wülsten besteht, so tritt die Gleichwerthigkeit beider Bildungen klar zu Tage. Die Form der Kauplatte bei Barbus wäre somit als der primitive Zustand zu betrachten, aus dem sich die einfacheren Formen der übrigen Cyprinoiden durch Verschmelzung der einzelnen Wülste entwickelten. Die bei einigen Species regelmässig gestellten Höcker auf der Oberfläche der Kauplatte stellen ein deutliches Uebergangsstadium vor. Untersucht man ganz junge Cyprinoiden (etwa 2—3 cm. lang) durch Anfertigung von Querschnitten auf den Bau des Kauapparats, so findet man, dass derselbe nach demselben

Schema, wie bei geschlechtsreifen Thieren, aber viel einfacher gebaut ist. Fig 2 Taf. XXVII giebt die halbschematische Darstellung eines solchen Querschnitts etwa 40 mal vergrössert. Zunächst fällt in die Augen, dass die aus den zwei bekannten, schon deutlich differenzirten Schichten bestehende Kauplatte statt auf einem Knochen vielmehr auf einem elastisch-muskulösem Polster ruht, zwischen dem und dem Schädel die Arteria subvertebralis hinzieht. Die Muskelfasern dieses Polsters laufen in seiner Mittellinie in eine Naht zusammen, während jederseits nach aussen zu ein Theil von ihnen umbiegend theils den ganzen Schlundraum wie eine Ringmuskulatur umzieht, theils an den Schlundknochen an der Basis der Zähne sich inserirt. Zweitens sehen wir, dass der Falz der Kauplatte aus einer einzigen grossen, dem Rande der letztern sich auflegenden Schleimhautpapille besteht, und dass von den zahlreich verästelten Papillen des Falzes bei geschlechtsreifen Thieren nur eine Andeutung in Form einer sehr kleinen, im Boden der Falzrinne sich erhebenden Papille gegeben ist. Die Lage der Zähne gegen die Kauplatte tritt sehr deutlich hervor; man sieht zu gleicher Zeit, dass dieselbe morphologisch Nichts sind, als verkalkte Schleimhautpapillen. Die vom Boden der Kauhöhle sich erhebenden zwei grossen Papillen sind die Vertreter von den hier viel zahlreicher entwickelten grossen Papillen bei geschlechtsreifen Thieren. Das Fehlen von Geschmacksbechern in der Falzrinne und ihr Vorkommen an allen übrigen Stellen der Schleimhaut ist in der Zeichnung schematisch angedeutet.

Als für das Verständniss des Kauactes der Cyprinoiden wichtig muss noch der Umstand angeführt werden, dass die Mucosa der Schlunddecke am Eingang in die Kauhöhle ein stark-muskulöses Polster bildet, welches höchst wahrscheinlich einen vollständigen Abschluss der letzteren nach dem Kiemenapparat zu herbeiführen kann.

Die Zähne nach Bau und Entwicklung.

I. Bau.

Es kann nicht meine Absicht sein eine Beschreibung der mannigfaltigen Formen zu geben, unter denen uns die Zähne der Cyprinoiden entgegentreten. Es ist dies eine specielle und wichtige Aufgabe des Systematikers. Wie zuerst Heckel und Kner[16] gezeigt haben, ist die Form der Schlundknochen und Zähne, sowie die Zahl der letzteren eines der constantesten Artcriterien bei den Cyprinoiden; die genannten Forscher und nach ihnen v. Siebold[17] haben deshalb die ausführlichsten Beschreibungen über die verschiedenen Zahnformen gegeben. Hier ist deshalb nur der Ort das allen Formen Gemeinsame kurz hervorzuheben.

Man kann an jedem Cyprinoidenzahn Krone, Hals und Wurzel unterscheiden. Die erstere, fast immer mit einer wenn auch noch so geringen Andeutung von Kaufläche versehen, umfasst den obersten, durch sein milchweisses, schmelzähnliches Aussehen vom übrigen Zahn deutlich zu unterscheidenden Theil. Die Pulpa des Zahns reicht nur bis in den alleruntersten Theil der Krone; durch ihre Solidität und die, wie wir unten sehen werden, sehr regelmässige Anordnung der Zahnkanälchen in ihr, wird ihr eigenthümliches Aussehen, das viele Forscher veranlasste sie als Schmelz aufzufassen, hervorgerufen. Der Hals ist der dünnste Theil des Zahns; die in seinem grossen Hohlraum enthaltene röthliche Pulpamasse giebt in Folge ihres Durchschimmerns dem Halse ein ganz anderes Aussehen wie der Krone; auch die Anordnung der Zahnkanälchen ist eine andere. Die Wurzel des Zahns ist wieder dicker als der Hals und geht mit ihrer Masse allmälig in die des Schlundknochens über. Die mannigfaltigen Zahnformen entstehen nun fast nur durch verschiedene Ausbildung der Krone; dazu kommt noch die wechselnde Länge und Dicke des Halses.

Einen Schmelzbeleg besitzen die Cyprinoidenzähne im vollkommen ausgebildeten Zustande nicht. Ueber das Vorhandensein eines solchen **an noch im Zahnsäckchen befindlichen Zähnen** wird weiter unten bei der Entwicklung der Zähne gehandelt werden.

Den feinern Bau der Zähne und des sie tragenden Schlundknochens habe ich in Fig. 3 und 4 Taf. XXVII bildlich darzustellen versucht. Fig. 3 ist die Ansicht eines Querschnittes durch einen in Chromsäurelösung entkalkten Schlundknochen mit aufsitzendem Zahn, welch letzterer ziemlich in der Längsachse durchschnitten ist. Fig. 4 stellt einen Querschnitt durch den Hals des Zahnes etwa in der Gegend $\alpha\alpha$ der Fig. 3 dar. Beide Präparate sind von Leuciscus rutilus. Der obere Theil des Zahns in Fig. 3 ist etwas schematisch gehalten.

Im Allgemeinen erscheint nun der Verlauf der Zahnkanälchen an Längsschnitten des Zahns folgendermassen. An der Verwachsungsstelle mit dem Knochen, also in der Wurzel, nehmen die Zahnkanälchen von der Pulpa aus einen sehr unregelmässigen Verlauf; sie biegen und schlängeln sich wirr durcheinander ohne jede Spur von Parallelität, gehen dabei weit von einander entfernt aus der Pulpa heraus, während sie nach aussen zu in die Ausläufer von Knochenkörperchen übergehen, die sich ziemlich zahlreich in den äussern Partien der Wurzel vorfinden und dieselben einer Cementlage sehr ähnlich machen. Es ist interessant diesen Uebergang der Zahnkanälchen in die Knochenkörperchen genauer zu verfolgen. Man sieht da, wie die ersteren oft sofort nach ihrem Abgang von der Pulpa sich vielfach theilen und anastomosiren und zwar in den verschiedensten Richtungen. Dadurch wird, indem zugleich die Zweige allmälig dieselbe Stärke, wie der Stamm, erlangen, ein Netzwerk von Kanälen erzeugt, welches an einzelnen seiner Knotenpuncte erweitert dem Knochenkörperchensystem sich nähert und endlich vollkommen in dasselbe übergeht. Je weiter man nach oben, von der Wurzel in den Hals des Zahnes, hinaufsteigt, um so regelmässiger wird der Verlauf der Kanälchen und nimmt schliesslich einen ganz bestimmten Character an. Die Kanälchen verlaufen von der Pulpa aus einander parallel und in mässigen Intervallen bis etwas über die halbe Dicke des Zahns senkrecht zur Oberfläche desselben, um dann fast plötzlich mit scharfer Knickung nach oben und etwas nach aussen emporzusteigen. Sind sie so eine Strecke in die Höhe gelaufen, biegen sie ebenso plötzlich in eine ihrer frühern parallele Verlaufsrichtung ein, verästeln sich jedoch bald nach dem Eintritt in dieselbe so bedeutend und werden allmälig so fein und durcheinandergewebt, dass sie der äussersten Schicht des Zahnbeins ein mehr mattkörniges, als streifiges Aussehen geben. Die beiden Biegungen der Zahnkanälchen sind am schärfsten ausgeprägt ungefähr in der Mitte des Halses und nehmen von da nach unten und oben allmälig an Plötzlichkeit ab. Ersteres geschieht derartig, dass die Kanälchen, bevor sie nach oben biegen, erst einen Bogen nach unten machen, und dass sie weniger weit hinaufsteigen; sie beschreiben so eine Wellenlinie, an der Berg und Thal allmälig flacher und ungleichmässiger werden, so dass schliesslich ein ganz unregelmässiger Verlauf der Kanälchen resultirt. Nach oben zu zeigen die letztern dagegen die Neigung schon gleich bei ihrem Austritt aus der Pulpa in einem nach oben immer flacher werdenden Bogen empor zu steigen und ebenso bei der zweiten Biegung einen flachern Bogen zu beschreiben. So kommt es, dass in der Krone schliesslich alle Zahnkanälchen unter mässiger Divergenz und mit nur sehr unbedeutenden, feinen, zu Anastomosen dienenden Abzweigungen fast ganz gerade zur Oberfläche des Zahnes verlaufen. In der alleräussersten Zone verästeln sie sich noch bedeutend; aus dem so entstehenden feinen Netzwerk von Kanälen entspringen nach aussen senkrecht zur Oberfläche des Zahns und einander parallel verlaufende, kurze und sehr feine Kanälchen.

Querschnitte durch verschiedene Regionen des Zahns zeigen uns noch mehrere auf Längsschnitten gar nicht oder undeutlich hervortretende Nüancen des Verlaufs der Zahnkanälchen. Ein Querschnitt durch die Wurzel zeigt ausser nicht seltenen Durchschnitten von Zahnkanälchen, dem unregelmässigen Verlauf und dem Uebergang derselben in Knochenkörperchen weiter Nichts bemerkenswerthes. Fig. 4, ein Querschnitt durch den

Hals des Zahnes in der Gegend, wo die Zahnkanälchen zuerst merklich ihr plötzliches Aufsteigen bekommen, lehrt uns, dass die Zahnkanälchen ausser in der Ebene des Längsschnitts auch in der des Querschnitts regelmässige Biegungen machen. Dieselben bestehen in, wenn auch flachen, doch deutlich ausgeprägten Wellenlinien, die bei allen in derselben Querschnittsebene gelegenen Zahnkanälchen parallel zu verlaufen scheinen. Sie verlieren sich etwas über die Mitte der Zahndicke hinaus; hier beginnt eine schmale Zone reich verästelter Kanälchen, zwischen denen die Querschnitte der aufsteigenden Theile tiefer liegender Kanäle angetroffen werden, welche, somit auf eine bestimmte Zone des Querschnitts beschränkt, demselben ein sehr characteristisches Aussehen verleihen. Auf diese Zone folgt endlich als äusserste Schicht des Zahnbeins die schon oben beschriebene matt-körnig aussehende Lage. Auf immer zahlreichere Durchschnitte von Zahnkanälchen trifft man, je weiter man mit der Anfertigung von Querschnitten nach oben geht; schliesslich erhält man fast Nichts weiter. Am längsten noch sieht man dabei an den äussern Partien des Schnittes grössere Strecken von Kanalen, die nach dem Rand zu sich verästelnd ein dichtes Netzwerk bilden, aus dem, die alleräusserste, sehr dünne Zahnbeinschicht bildend, die schon oben beschriebenen feinen, parallel und senkrecht zur Zahnoberfläche verlaufenden Kanäle entspringen. Aus der obigen Darstellung des Verlaufs der Kanälchen im Zahn der Cyprinoiden, die im Allgemeinen für alle von mir untersuchten Species gültig ist, möchte ich noch zwei Puncte besonders hervorheben. Zuerst geht daraus, dass wir die Kanälchen sowohl auf Längs- als Querschnitten durch den Zahn regelmässige Biegungen machen sehen, hervor, dass dieselben einen sehr gebogenen Verlauf in verschiedenen Ebenen im Zahn innehalten. Was aber das Hohlraumsystem im Zahn noch viel complicirter macht, als es schon hierdurch ist, das ist der Umstand, dass die Zahnkanälchen in verschiedenen parallelen Längs- oder Querschnittsebenen nach verschiedenen Richtungen verlaufen. Dadurch entsteht vorzüglich auf Querschnitten durch Hals und Krone, sowie auf Längsschnitten durch die letztere eine durch die Kreuzung in übereinanderliegenden Ebenen eine verschiedene Richtung einschlagender Kanälchen hervorgerufene, aus kleinen rhombischen Maschen zusammengesetzte Zeichnung (s. Fig. 4). Der zweite beachtenswerthe Punct ist der, dass die alleräusserste Lage von Dentin stets von äusserst feinen, parallelen und zur Oberfläche des Zahns senkrecht verlaufenden Kanälchen durchzogen ist. Diese Eigenschaft der Cyprinoidenzähne finden wir bei allen Fischzähnen und zwar meistens viel ausgebildeter, wie hier, wieder. Die durch die Verlaufsweise ihrer Kanälchen von der unterliegenden, wegen der zahlreichen Verästelung und Anastomosirung der Kanälchen körnig und wenig durchsichtiger erscheinenden Lage oft sehr scharf abstechende Randschicht der Zähne zeichnet sich, wo sie vornehmlich ausgebildet ist, wie z. B. beim Hecht, durch ihre scheinbare Homogeneität und ihr starkes Lichtbrechungsvermögen so sehr aus, dass sie von vielen Autoren für Schmelz erklärt wurde. Als später dieser Irrthum aufgedeckt ward (besonders durch Owen und Leydig[1]), erklärte man, den wahren Schmelz der Fische übersehend, die Zähne derselben für schmelzlos. — Die Andeutung der dünnen Randschicht, die in Fig. 3 an der Krone des Zahns gegeben ist, giebt übrigens beiläufig eine nicht ganz richtige Vorstellung von der Dicke derselben. Diese ist in Wirklichkeit relativ noch viel geringer und an Cyprinoidenzähnen überhaupt nur an günstigen Schnitten und bei starken, 4—500fachen Vergrösserungen sichtbar.

Die matt-körnige Aussenschicht des Zahns hat an verschiedenen Puncten eine sehr verschiedene Dicke. Abgesehen davon, dass sie im Hals und noch mehr in der Wurzel, wo sie in die oben als Cement bezeichnete Zahnmasse direct übergeht, eine grössere Ausdehnung als in der Krone besitzt, zeigt sie auch an verschiedenen Stellen des Zahnquerschnittes eine sehr wechselnde Mächtigkeit. Fig. 4 lehrt uns, dass sowohl Partien von stärkern, weniger verästelten Kanälchen in sie hinein oft nahe bis an die Oberfläche des Zahns ragen, als auch sie selbst sich hier und da tiefer in die Dentinmasse einsenkt. Manchmal erscheinen sogar Theile der körnigen Masse in tiefer liegende Regionen des Dentins völlig eingeschlossen. Diese Inseln scheinen in Zusammenhang zu stehen und durch Uebergänge verbunden zu sein mit einer eigenthümlichen Art von im echten Dentin eingestreuten Bildungen von den verschiedensten Umrissen und Grössen. Dieselben erscheinen einerseits als spindelförmige, bei durchfallendem Licht hellglänzende Massen (Fig. 4 a), die von einzelnen Zahnkanälchen theils umzogen, theils in geraden oder bogenförmigen Linien durchsetzt werden und in den meisten Fällen einen grössern Hohlraum umschliessen. Anderseits treten solche Bildungen nicht selten in Form eines lateinischen U mit lang und fein ausgezogenen Schenkeln auf. Diese U förmigen Bildungen (s. Fig. 3 a) erweisen sich deutlich als Erweiterungen von Zahnkanälchen insofern, als die fein ausgezogenen Schenkel aus einer Zusammenmündung meist mehrerer Zahnkanälchen entstehen und gleichen, da sie einen mit körniger Masse erfüllten Hohlraum, der durch einen deutlich doppelt contourirten stark lichtbrechenden Saum von der übrigen Dentinmasse getrennt wird, vorstellen, aufs Täuschendste den kleinen im Knochen so häufig vorkommenden Markhöhlen (siehe Fig. 3). In der Wurzel gehen auch in der That solche U förmige Bildungen, und ebenso die oben beschriebenen spindelförmigen, unter Umgestaltung ihrer Umrisse in die meist länglich ovalen Markhöhlen über. Ich werde später bei Behandlung anderer Fischzähne Gelegenheit finden, die eben besprochenen Bildungen noch einmal von vergleichenden Gesichtspuncten aus zu erwähnen.

Der Erwähnung verdient weiter noch das Vorkommen von Zahnkanälchen, die, nachdem sie eine Strecke parallel mit ihren Nachbarn in die Dentinmasse hineingelaufen sind, plötzlich in einem Bogen nach unten umbiegen. Ich vermuthe, dass wir es hier mit Schlingen von Zahnkanälchen zu thun haben; leider ist es mir nicht gelungen das umbiegende Kanälchen zu verfolgen. Knochenkörperchen, die in der Wurzel des Zahns massenhaft vorkommen, finden sich auch im Halse, ja mitten in der Krone, die von dem ausgeprägtesten, schönsten Dentin gebildet wird, was man sich denken kann. Hier sehen wir nicht gar selten, wie die zwei stark lichtbrechenden grünlichen Wände des Zahnkanälchens, an einer Stelle plötzlich auseinanderweichend und bald wieder zusammenneigend, eine kugelige Erweiterung des Zahnkanälchens begrenzen, die mit einem deutlichen Kern versehen völlig den Knochenkörperchen des Schlundknochens gleicht.

Verbindung des Zahns mit dem Knochen.

Auf Schnitten, wie Fig. 3 einen darstellt, und ähnlichen in andern Ebenen geführten scheint es, als ob der Zahn, nachdem er an der Wurzel seine grösste Dicke erreicht hat, sich nach unten wieder verschmälernd, derart in den Knochen sich einsenke, dass, während sein Pulparaum in continuirlicher Verbindung mit den grössern Markräumen des Knochens steht, seine äussere, allmälig dünner werdende und fast ganz aus reinem Knochen bestehende Lamelle von einer ringförmigen, lamellösen Fortsetzung des Schlundknochens umgeben werde. Der Zahn wäre somit gewissermassen der Wand einer flachen Alveole des Schlundknochens angewachsen. Die Fläche der letztern ist jedoch nicht eben, wie die einer Schale, sondern es greifen, wie die Vergleichung mehrerer Schnitte lehrt, mannigfaltige Fortsätze des Alveolenbodens zwischen Zapfen der Zahnwurzel ein, wodurch eine sehr feste Verbindung erzielt wird.

Zahn und Knochen sind zwar stets fest mit einander verwachsen, in den meisten Fällen ist dabei jedoch die dem Zahn angehörige Masse von der zum Knochen gehörenden deutlich durch eine Nath geschieden, welche die Form einer sehr zierlichen Wellenlinie hat. Fig. 3 giebt eine anschauliche Vorstellung von der durch diese Linie herbeigeführten

Scheidung von Zahn- und Knochensubstanz, die, was ihr histologisches Verhalten betrifft, in der Nähe der Grenzlinie aus ganz demselben echten Knochengewebe bestehen.

Bau des Schlundknochens.

Der Bau des Schlundknochens ist, was das gegenseitige Verhältniss von Markräumen und Knochenmasse anbetrifft, ein wesentlich anderer in der mittleren zahntragenden Partie, als an den beiden Enden. Während hier die Markkanäle gegenüber den sie trennenden Knochenmassen von geringem Durchmesser sind, erreichen sie dort oft eine solche Ausdehnung, dass ihr weicher, sehr viel Fett bergender Inhalt die bei weitem grösste Masse bildet, und die Knochentheile dann nur wie dünne, seitlich durch schwache Querbalken verbundene Pallisaden erscheinen. Die Richtung, in der die Markkanäle verlaufen, ist gleichfalls in der Mitte des Knochens eine andere, als von den Enden. Hier verlaufen sie meist in der verschiedensten Neigung gegen die Oberfläche des Knochens, überhaupt unregelmässig; dort ziehen sie stets der Achse des aufsitzenden Zahns mehr oder weniger parallel (s. Fig. 3). Sie münden dabei nach aussen, nämlich an der nach vorn gekehrten Fläche der Spina (cf. oben) einzeln oder mit einem grossen, sie alle aufnehmenden Hohlraum gemeinsam. Diese in ihrer ganzen Ausdehnung an der vordern Fläche der Spina sich öffnenden Räume sind meist zu dreien oder vieren im mittleren Theil des Schlundknochens vorhanden; ihre Markmasse enthält sehr viel Fett, welches an in Chromsäurelösung entkalkten Präparaten eine eigenthümliche Schrumpfung seiner verschieden grossen Zellen erfährt (s. Fig. 3).

Nach innen zu gegen die Zähne münden die Markkanäle in die Pulpahöhle des Zahns, die man einem grossen Markraum vergleichen kann, ein; häufig erstrecken sich die grossen Markräume der äussern Seite nur wenig verengt durch die ganze Dicke des Schlundknochens und hängen direct mit dem unten erweiterten Pulparaum des Zahns zusammen. Alle Gefässe und Nerven, die an die Zahnpulpa abgegeben werden, dringen durch die Markkanäle des Schlundknochens, auf dem einzig möglichen Wege, ein. Der mikroskopische Bau der knöchernen Theile des Schlundknochens bietet manches Interessante. Zunächst überrascht es, dass wir nirgends eine Spur des jedem Visceralbogen zu Grunde liegenden Knorpels im Schlundknochen entdecken, selbst nicht bei c. 2—3 cm. langen, jungen Cyprinoiden. Der Primordialknorpel muss also schon in sehr früher Jugend des Fisches vollkommen verschwinden oder es findet hier Knochenbildung ohne präformirten Knorpel statt. Beachtenswerth ist ferner der Umstand, dass ganz gleiche Linien, wie die, welche Zahn- und Knochenmasse trennt, auch in dem Knochen selbst zahlreich vorkommen. Sie grenzen nämlich das jedem Markkanal zukommende System concentrischer Schichten von Knochensubstanz gegen die übrige Knochenmasse wenn auch nicht in allen, doch in den meisten Fällen ab (s. Fig. 3). Ein System concentrischer Lamellen ist im Schlundknochen um jeden haversischen Kanal vorhanden, und es kommt auch nicht selten vor, dass mehrere haversische Kanäle, jeder mit seinem besondern Lamellensystem, von einem gemeinsamen System umfasst werden. Nur selten tritt jedoch der Fall ein, dass zwei zu benachbarten Markkanälen gehörende Lamellensysteme sich unmittelbar berühren, meistens liegt zwischen ihnen eine, keine Spur von Schichtung zeigende, verworren körnig erscheinende Knochenmasse. Das eigenthümliche Aussehen derselben scheint herzurühren von der grossen Unregelmässigkeit, welche die Grösse, Form und Lage der in ihr enthaltenen Knochenhöhlen beherrscht. Diese Knochenmasse ist oft so ausgedehnt, dass sie die bei weitem grösste Masse eines zwischen zwei haversischen Kanälen befindlichen Knochenbalkens bildet und die Lamellensysteme selbst eine sehr geringe Breite haben; diese sind gegen die körnige Knochenmasse zu meist von der erwähnten bogenförmigen Linie begrenzt. Das Vorkommen dieser Linie an dieser Stelle und der Umstand, dass dieselbe Linie die ursprünglich getrennten Massen des Zahns und des Knochens nach ihrer Verwachsung abgrenzt, legt die Vermuthung nahe, dass diese Linie auch im Schlundknochen andeutet, dass die von ihr geschiedenen Knochenpartien ursprünglich durch weiche Markmasse getrennt waren. Danach hat sich wahrscheinlich, während die Lamellensysteme sich im Umkreis eines Systems von Blutgefässen bildeten, die körnige Knochensubstanz zwischen den Lamellensystemen von einem bestimmten Ossificationspunct aus gebildet und traf dann nach allen Seiten sich ausdehnend mit den Lamellensystemen zusammen.

Die Knochenkörperchen sind in den Lamellensystemen lang spindelförmig, mit ihrer grossen Achse in der Streifungsrichtung der Systeme gelagert. Eigenthümlich ist die Lage der Knochenkörperchen in der Nähe der bogigen Linien; hier liegt der Concavität des Bogens sich anschmiegend ein Knochenkörperchen in jedem Thalgrunde der wellenförmigen Linie (s. Fig. 3). Fast durchweg haben die Knochenkörperchen einen Kern.

Ueber die wenig hervortretenden Contourlinien im Dentin sowie über das Gewebe der Pulpa und der Markräume, über ihre Blutgefässe und Nerven habe ich keine nennenswerthe Untersuchungen angestellt. — Interglobularräume, durch halbkugelige Vorsprünge begrenzte

Höhlen im fertigen Zahnbein, habe ich in Cyprinoidenzähnen nicht gefunden.

II.

Entwicklung der Zähne.

Aus Mangel an geeigneten Fischembryonen habe ich bis jetzt nur die Entwicklung der Ersatzzähne einer Untersuchung unterwerfen können. Ich schnitt zum Zweck der Präparation den ganzen Schlundknochenapparat sorgfältig heraus und legte ihn ohne weitere Behandlung in c. 2% Chromsäurelösung, worin er unter mehrmaligem Wechsel der Lösung c. 4—8 Wochen belassen wurde. Nach dieser Zeit war ungefähr die Hälfte der eingelegten Objecte schnittfähig, die andere Hälfte dagegen oberflächlich durch die Einwirkung der starken Chromsäurelösung vollständig brüchig, während die Zähne im Innern kaum oder sehr unvollständig entkalkt waren. Die Versuche, die ich machte, den ganzen Schlundknochenapparat in verdünnter Salzsäure zu erweichen und nachher in Alkohol zu härten, misslangen sämmtlich; überhaupt scheint mir die Chromsäure bei umfangreichern zu entkalkenden Objecten vor der Salzsäure entschieden den Vorzug zu verdienen.

Die durchweg schnittfähigen Präparate wurden mit Alkohol extrahirt, mit Terpentinöl getränkt und entweder ganz oder bei zu bedeutender Grösse nur die eine Hälfte in eine Mischung von Paraffin und Rindstalg (das richtige Verhältniss beider muss erfahrungsmässig ermittelt werden) eingeschmolzen; dann mit dem Mikrotom nach verschiedenen Richtungen in möglichst dünne Schnitte zerlegt. Ein schwer zu beseitigender Uebelstand ist nun der, dass bei Auflösung des Paraffins durch Benzin und dem Einlegen des Präparates in Kanadabalsam die lose in der Schleimhaut liegenden Querscheiben der Zahnkeime nicht in ihrer ursprünglichen Lage zu erhalten sind. Aus demselben Grunde wird ein nachträgliches Färben ganzer Querschnitte unmöglich gemacht.

Die Keime der Ersatzzähne liegen unter und hinter den alten Zähnen und zwar unmittelbar unter der hier mit zahlreichen, mächtigen, zum Theil zwischen die alten Zähne hineinragenden Papillen besetzten Oberfläche der Schleimhaut. Fig. 2 giebt eine sehr gute Vorstellung von diesem Verhältniss bei einem noch ganz jungen Cyprinoiden. v. Siebold (l. c. p. 82) lässt den Nachwuchs von Ersatzzähnen »dicht vor den alten Zähnen«, wie man sich sehr leicht überzeugen kann, irrthümlicherweise, vor sich gehen. Denn betrachtet man den ganzen Schlundknochenapparat von unten, wie in Fig. 1*A*, so sieht man die Keime der Ersatzzähne unterhalb der alten Zähne durch die Schleimhaut hindurchschimmern. Sie liegen somit ausserhalb der Kauhöhle, durch die Phalanx der alten Zähne wie durch einen Zaun vor den Insulten geschützt, denen sie bei einer etwaigen Lage vor den alten Zähnen beim Kauacte im höchsten Grade ausgesetzt sein würden. Durch diese Lage der Ersatzzahnkeime wird »das grosse Wunder des Zahnwechsels der Cyprinoiden«, wie OWEN sagt, schon um vieles natürlicher aussehen. Der Process des Zahnwechsels soll nach v. SIEBOLD auf die Zeit des Laichens, also die Monate Januar bis Juni, beschränkt sein, wo die vorher sich gemästet habenden Fische nicht zu fressen pflegten, und also die Möglichkeit eines ungestörten Zahnwechsels vorhanden sei. Ich kann dieser Ansicht nicht beistimmen; denn ich habe das ganze Jahr hindurch Zahnkeime auf den verschiedensten Entwicklungsstadien bei allen möglichen Cyprinoiden angetroffen.

Die jetzt folgenden Beschreibungen sind hauptsächlich nach Präparaten von Leuciscus rutilus und Tinca vulgaris entworfen. Zahlreiche andere Species, an denen ich diese oder jene Einzelheit zu sehen Gelegenheit hatte, haben mir Nichts gezeigt, was den bei jenen beiden Species zu constatirenden Thatsachen widerspräche.

Die erste Anlage des Ersatzzahns wird, wie beim Menschen und den Säugethieren, eingeleitet durch die Wucherung eines Zapfens der untersten Schichten des in der Nähe des alten Zahnes befindlichen Schleimhautepithels in das unterliegende Bindegewebe. Dieser Zapfen bleibt jedoch nicht gerade, sondern bohrt sich theils durch eignes inneres Wachsthum, theils wohl auch durch Wachsthum des Bindegewebes förmlich korkzieherartig in das letztere ein (s. Fig. 5 Taf. XXVII). An diesem Zapfen lassen sich nun schon sehr früh zwei verschiedene Zellformen unterscheiden; die äussersten, dem Bindegewebe unmittelbar anliegenden haben eine cylindrische oder doch spindelförmige Gestalt und gleichen völlig den untersten Zellen des Schleimhautepithels, in die sie auch continuirlich übergehen; die innern Zellen des Zapfens sind um die Hälfte kleiner und einfach rund. Das untere Ende des Zapfens erscheint bald kolbenförmig verdickt, und in dieses hinein drängt sich von einer Seite eine sich Anfangs nur sehr flach, allmälig aber immer spitzer erhebende Papille des unterliegenden Bindegewebes so, dass sie schliesslich von der eingestülpten Epithelzellenmasse wie von einer Kappe umfasst wird, welche die Anlage eines echten Schmelzorgans ist. Zugleich nun wächst das im Umkreis der Papille befindliche Bindegewebe gegen die Verbindung der Schmelzorgananlage mit dem Schleimhautepithel (Verbindungsstrang) in papillösen Erhebungen vor, und schliesslich wird durch eine derartige Wucherung das Schmelzorgan völlig vom Bindegewebe umschlossen und seine Verbindung mit dem Schleimhautepithel aufgehoben. Aus dem primitiven Epithelzapfen (Schmelzkeim), ist so einerseits das Schmelzorgan des Zahnkeims, andrerseits eine Anzahl von kleinen, secundären, noch mit dem Rachenschleimhautepithel in Verbindung stehenden oder auch von ihm getrennten Zäpfchen von Zellen entstanden, die ich den sog. »Epithelsprossen« bei menschlichen Schmelzkeimen homologisiren möchte (cf. darüber Kollmann[18] u. A.). Fig. 6 Taf. XXVII giebt den Längsschnitt durch einen schon ziemlich weit entwickelten Keim, dessen Schmelzorgan an seinem Grunde nach der Schleimhautoberfläche zu mit zahlreichen Epithelsprossen in Verbindung steht, deren Zusammenhang mit dem Schleimhautepithel entweder schon völlig zerstört ist oder in eine andere Schnittebene fällt.

Nach den beschriebenen Vorgängen beginnt nun zugleich mit oder noch vor der Bildung des ersten Dentinscherbchens auf der Oberfläche der Bindegewebspapille im Innern des Epithelzellenkäppchens eine wesentliche Umgestaltung Platz zu greifen, deren Endresultat die Bildung eines sehr specifisch gebauten Schmelzorganes ist.

Schmelzorgan.

Die Zellen des die Bindegewebspapille, den Dentinkeim, überdeckenden Käppchens sondern sich in zwei ganz verschiedene, nur an den untern Rändern des Käppchens in einander übergehende Schichten. Die innerste derselben, die der Oberfläche der Papille dicht anzuliegen pflegt, besteht stets nur aus einer Lage cylindrischer Zellen; ich will sie mit demselben Namen, den sie bei Säugethieren führt, »Schmelzmembran« nennen, die sie zusammensetzenden Zellen haben sich aus den äussersten Zellen des untern Theils der kolbenförmigen Anschwellung des Epithelzapfens hervorgebildet; sie entsprechen der untersten Zellreihe des Schleimhautepithels. Die zweite äussere, an das umgrenzende Bindegewebe stossende Zellschicht ist in der Regel aus mehreren Zelllagen zusammengesetzt; ihre Zellen haben sich theils aus den weiter oben am kolbigen Ende des Epithelzapfens befindlichen äussersten Zellen desselben, theils aus den kleinern, rundlichen, innern Zellen des Zapfens hervorgebildet. Diese Schicht bezeichne ich als »äusseres Epithel« im Gegensatz zur Schmelzmembran als dem »innern Epithel«.

Während nun die Zellen des äussern Epithels ihre Gestalt nicht wesentlich verändern, erhalten die Zellen der Schmelzmembran allmälig eine immer mehr characteristisch cylindrische Form und wachsen schliesslich bis auf mehr als das 10fache der Länge aus, die sie Anfangs als äussere Zellen des Epithelzapfens besassen. Im höchsten Stadium ihrer Ausbildung sind sie vom äussern Epithel durch eine scharfe Linie getrennt und bilden ein so eigenthümlich, so schön und mächtig ausgebildetes Cylinderepithel, wie man es wohl selten, selbst nicht im Schmelzorgan höherer Thiere wiederfinden dürfte.

Schmelzmembran.

Fig. 5, 6, 7, 8a und 10 (Taf. XXVII) geben verschiedene Entwicklungsstufen sowohl des ganzen Schmelzorgans, als der Schmelzmembran insbesondere. Fig. 7 und 8a zeigen Theile des Schmelzorgans c. 320 mal vergrössert.

Die Form der in ganzer Masse fein granulirten Schmelzzellen ist lang cylindrisch; wo sie ihre grösste Länge erreichen, beinahe fadenförmig, indem ihr Längendurchmesser den Querdurchmesser um mehr als das 20fache überragen kann. Im letztern Falle zeigen sie meistens noch eine characteristische bogenförmige Krümmung nach einer bestimmten Richtung (s. Fig. 8a). Im Mittel finde ich bei einem ziemlich ansehnlichen Individuum von Tinca vulgaris (alle hierhergehörigen Abbildungen sind mit Ausnahme von Fig. 5, welche von Leuciscus rutilus, von dieser Species) die Dicke des ganzen ausgebildeten Schmelzorgans = 0. 1 Millm. Davon kommen auf das äussere Epithel 0. 024 und auf die Schmelzmembran 0. 076 Millm. Die Breite der Schmelzzellen beträgt kaum 0. 005 Millm. Die Kerne der Zellen sind schön elliptisch; mit ihrer grossen Achse in der Längsrichtung der Zelle liegend berühren sie mit den Enden der kleinern die Seitenwände der Zelle. Sie zeigen eine deutlich hervortretende, lichte, grünliche Begrenzungscontour und nehmen vorzugsweise den Grund der Zellen ein, kommen jedoch auch sehr häufig weiter hinauf, ja selbst im obern Drittel der Zelle vor. Ihr Inhalt ist grobkörnig ohne Kernkörperchen. Die einzelnen Zellen schliessen dicht aneinander durch homogene, glänzende, durch die Einwirkung der Chromsäure hellgrünlich gefärbte Scheidewände (Membranen der Schmelzzellen) deutlich geschieden. Bei stärkeren Vergrösserungen (bis 600fach) und genauer Verfolgung der hellglänzenden Scheidewände der Zelle, sieht man, dass der Querdurchmesser der Zelle nicht überall der gleiche ist, indem dieselbe an der einen Stelle, meist da, wo der Kern liegt, etwas breiter, an der andern etwas verschmälert ist. Dabei hat meist von zwei benachbarten Zellen die eine ihre engere Partie in derselben Höhe, wo die weitere der andern liegt, so dass die Zellen trotz ihrer Unregelmässigkeit fest aneinander schliessen. An ihrer freien dem Zahn zugekehrten Fläche haben die Schmelzzellen ebenfalls eine Membran von derselben Beschaffenheit wie die der Seitenwände. Die Anwesenheit derselben wird nicht nur durch den homogenen, grünlichen Saum bekundet, der die freien Flächen der Schmelzzellen auf grössere Strecken scharf begrenzt, sondern man kann sich auch durch die Verfolgung des directen Uebergangs der Seitenmembranen der Zelle in die »Deckelmembran« unzweifelhaft von ihr überzeugen. Am deutlichsten ist die Deckelmembran (und zwar oft mit doppelter Contour sichtbar) an den kleinern Zellen der untern Partie der Schmelzmembran, wo dieselben allmälig in die Zellen des äussern Epithels übergehen. Ueber die »Deckelmembranen« der Schmelzzellen beim Schmelzorgan des Menschen vergleiche Kollmann (l. c), der ihre Existenz behauptet und Waldeyer (l. c), der sie leugnet.

Die Schmelzzellen sind am grössten an der Spitze und den obern Seitentheilen des Zahnkeims (s. Fig. 10) und zeigen hier zugleich die schon oben erwähnte schwach bogenförmige Krümmung und zwar partienweise nach derselben Richtung. Die Richtung der Zellen gegen die Oberfläche des Dentinkeims wird besonders bei Zähnen mit gezackter Krone, wo das Schmelzorgan alle Unebenheiten der letztern ausfüllt, oft sehr plötzlich geändert, und zwar derart, dass dabei die entweder nach der Schmelzseite oder nach dem äussern Epithel zugekehrten Enden mehrerer Zellen keilförmig zugespitzt werden und die Grenze der Schmelzmembran nicht mehr erreichen. An den platten Seitenflächen des Zahnkeims unterhalb der Zähnelung der Krone wird die Richtung der Schmelzzellen allmälig constant nach innen und oben gegen die Krone hin. Diese Neigung wird nach dem Grunde des Zahnsäckchens zu immer stärker, wobei die Zellen in demselben Verhältniss kürzer werdend schliesslich wie Dachziegel übereinanderliegen. Ganz unten verlieren sie endlich ihren Character als Cylinderzellen und sind dann am Ausgehenden des Schmelzorgans (Fig. 10) von den Zellen der äussern Schicht derselben nicht mehr zu unterscheiden.

Aeussere Schicht des Schmelzorgans. Aeusseres Epithel.

Dieses einfach geschichtete Epithelium ist in frühern Stadien, wo die Schmelzzellen noch sehr klein sind, ebenso mächtig, ja oft mächtiger als die Schmelzmembran; erscheint jedoch, wenn diese ihre definitive Dicke erreicht hat, relativ sehr unbedeutend (cf. oben), ja auch wirklich reducirt, indem sie oft nur aus einer einzigen Zellenlage besteht (s. Fig. 8a). Diese besteht dann aus kurzcylindrischen Zellen mit gleichfalls kernkörperchenlosen, granulirten Kernen; die Zellen sind jedoch weder so regelmässig gestellt, noch besitzen sie eine so regelmässige Lage ihrer Kerne, wie die Schmelzzellen. Das äussere Epithel ist von der Schmelzmembran abgegrenzt durch eine unebene homogene, hellgrünliche Linie, die völlig mit der Membran der Zellen beider

Schichten des Schmelzorgans übereinstimmt. Von einer Verbindung der Zellen des innern und äussern Epithels (durch Zellfortsätze) habe ich mich nicht überzeugen können, obwohl man eine solche nach den am Schmelzorgan der Säugethiere gemachten Erfahrungen (cf. Kollmann l. c.) fast voraussetzen kann, wenigstens annehmen muss, dass die Zahl der Schmelzzellen, wenn beim Wachsthum der ganzen Zahnanlage auch das des Schmelzorgans nöthig wird, sich durch Nachschub von der unterliegenden Zellenmasse aus vergrössert. Von dem Vorhandensein von unten her eingekeilter Schmelzzellen habe ich mich allerdings mit Ausnahme an den schon erwähnten starken Biegungen der Schmelzmembran ebenfalls nicht überzeugen können, doch scheint für die ausgesprochene Ansicht der Umstand zu sprechen, dass das äussere Epithel, wenn die Schmelzmembran ihre völlige Ausbildung erreicht hat, gegen früher reducirt erscheint, also auf die Abnahme irgend einer Function desselben, hier also wahrscheinlich für die jetzt nicht mehr stattfindende Vermehrung der Schmelzzellen zu sorgen, geschlossen werden kann. Wäre unsere Ansicht begründet, so würde somit das äussere Epithel die Function des Stratum intermedium der Säugethiere haben; ein Homologon der Schmelzpulpa fehlt den Cyprinoiden. Leydig, der letztere auch bei Schlangenzähnen vermisst, meint (l. c. p. 33), dass ihr Vorkommen im nächsten Zusammenhang mit der Entwicklung eines nur bei Säugethieren vorkommenden echten Schmelzes stehe. Da wir, wie weiter unten ersichtlich werden wird, Fische kennen, welche einen ebenso eigenthümlich gebauten, echten Schmelz, wie Säugethiere besitzen, wo jedoch in der Entwicklung des Zahnes nie eine Schmelzpulpa auftritt, so erweist sich diese Anschauung als irrthümlich. Aber auch die Anschauung, welche Beziehungen zwischen der Schmelzpulpa und der Implantation der Zähne in die Kiefer sieht, steht auf schwachen Füssen, wenn wir hören, dass nach Rathke, wie Leydig anführt, auch dem Schmelzorgan des Krokodils, das sich hinsichtlich der Implantation der Zähne in die Kiefer den Säugethieren am meisten nähert, eine Schmelzpulpa fehlt. Die Function der Schmelzpulpa bleibt somit einstweilen noch räthselhaft.

Die im Vorstehenden enthaltene Beschreibung des Schmelzorgans der Cyprinoiden ist nach Chromsäurepräparaten gegeben. Meine Versuche, die Zellen dieses unendlich zarten Gebildes zu isoliren, sind leider bis jetzt missglückt. Erneute Bemühungen in dieser Richtung können jedenfalls noch manche interessante und für die Entscheidung der Frage, wie entsteht der Schmelz? sehr wichtige Thatsachen erschliessen.

Bildung des Schmelzes. Der den Cyprinoidenzähnen, wie wohl allen Fischzähnen zukommende echte Schmelz ist gewissermassen rudimentär, d. h. er wird zwar innerhalb des Zahnsäckchens vom Schmelzorgan gebildet, erlangt aber niemals eine bedeutende Härte und Festigkeit, so dass er bald nach dem Durchbruch des Zahnes fast vollkommen von dem viel härtern Dentin abgerieben wird und nur sehr spärliche Spuren seiner einstigen Existenz hinterlässt.

Behandelt man einen mit dem Knochen bereits verwachsenen Cyprinoidenzahn mit c. 30% Salzsäurelösung und betrachtet ihn bei schwachen Vergrösserungen, so sieht man, wie aus dem Dentin hervorquellende Kohlensäurebläschen ein helles, etwas gelblich erscheinendes, homogenes Häutchen auftreiben, bei stärkerem Andrange endlich zerreissen und in einzelnen Fetzen ablösen. Dieses Häutchen löst sich nur von der Krone und dem obern Theil des Halses, weiter nach unten, wo der Zahn vom Zahnfleisch umgeben wird, bemerkt man Nichts davon. Es ist mir nie gelungen es in toto zu isoliren; bei äusserster, unmessbarer Dünne erscheint es selbst bei den stärksten Vergrösserungen homogen; nur einmal fand ich es aus deutlichen, sich sechseckig begrenzenden Feldern zusammengesetzt.

Ausser diesem selbst an Zähnen, die schon in der Resorption begriffen, noch darstellbaren Häutchen bemerkt man an jüngern, erst kürzlich mit dem Knochen verwachsenen Zähnen zuweilen Stückchen einer gelblichbraunen Belegmasse auf dem weissen Dentin. Manchmal bedeckt sie in etwas grösserer Ausdehnung eine der Spitzen der Krone. Diese braune Masse ist leicht abschabbar und sehr geneigt, bei geringem Druck in Grus zu zerfallen; ihre feinere Structur ist nicht mit Bestimmtheit zu erkennen, meistens schien sie mir homogen zu sein. Born l. c. erwähnt sie ebenfalls und führt eine Untersuchung in Gilbert's Annalen an, nach der dieser Beleg Braunsteinoxyd enthalten soll.

Dass nun diese braunen Stückchen auf dem Dentin die Ueberreste einer ursprünglich über die ganze Krone sich erstreckenden braunen Schmelzbedeckung sind, während das oben beschriebene Häutchen als die resistentere unterste Lage dieser Schmelzschicht aufgefasst werden muss, das wird durch die Untersuchung von Zähnen bewiesen, die eben im Begriff sind das Zahnsäckchen zu durchbrechen. Präparirt man solche Zähne aus ihrem Säckchen heraus, so findet man die ganze Krone mit einer nicht sehr dicken Schicht von nicht sehr harter, bräunlicher Masse bedeckt. Behandelt man einen solchen Zahn nun mit c. 15% Salzsäurelösung und betrachtet seine Oberfläche, so sieht man, wie dieselbe in lauter reihenweis gelagerte, unregelmässig viereckige Stücke zerreisst, die bei längerer Einwirkung der Säure immer kleiner und kleiner werden, indem sie an den Rändern wegschmelzen. Schliesslich löst sich so, in der 15% Lösung freilich sehr langsam, in concentrirter Salzsäure dagegen schnell die ganze bräunliche Masse bis auf einen geringen häutigen, körnigen Rückstand völlig auf. Betrachtet man den Zahn im optischen Längsschnitt, so sieht man zunächst, wie die bräunliche Belegmasse durch eine scharfe Linie vom Dentin getrennt ist. Bei Behandlung mit Salzsäure löst sich nun zunächst von der Oberfläche der braunen Masse ein homogenes Häutchen (Schmelzoberhäutchen) ab. Dann sieht man, wie die Schmelzmasse unter Aufquellen in parallele, unregelmässig gestaltete, senkrecht zur Dentinoberfläche stehende Prismen zerfällt. Die Breite derselben ist jedoch viel grösser als die Breite der Schmelzzellen. Von letzteren konnte ich an Zähnen, welche den Schmelzbeleg in der beschriebenen Form zeigten, keine deutliche Spur mehr wahrnehmen; auf frühern Stadien der Entwicklung ist es ein Leichtes, das ganze Schmelzorgan aus dem Zahnsäckchen als ein feines Häutchen herauszupräpariren. An Querschnitten oder Längsschnitten durch Zahnkeime, die im Begriff standen mit dem Knochen zu verwachsen, und wo der Schmelz durch die Wirkung der Säure weggeschmolzen war, fand ich gleichfalls das Schmelzorgan nur noch im rudimentärsten Zustande.

Das Vorkommen eines im Zahnsäckchen gebildeten, aber beim Durchbruch des Zahnes bald der Zerstörung anheimfallenden Schmelzes ist nicht allein auf die Cyprinoiden beschränkt. Retzius (l. c. p. 531) findet, dass die Zähne von Anarrhichas, so lange sie noch im Zahnsäckchen sich befinden, eine ganz kleine Portion von Schmelz an ihrer Spitze tragen, die an den durchgebrochenen Zähnen vermisst wird.

Ich komme jetzt zur Besprechung der Beziehungen, welche zwischen den Schmelzzellen und ihrem Product, dem Schmelze, herrschen. Da es mir bis jetzt noch nicht gelungen ist den feinern Bau des so ungemein leicht zerbröckelnden Schmelzes zu erforschen, so ist es mir natürlich auch nicht geglückt, über die Bildungsweise desselben zu entscheidenden Resultaten zu gelangen. Um einzelnen interessanten Beobachtungen gleich ihre richtige Stellung anzuweisen, will ich sie den, von den Anhängern einer directen Umwandlung der Schmelzzellen in Prismen (Waldeyer l. c.) oder einer abscheidenden Thätigkeit der Schmelzzellen (Kollmann l. c) zu Gunsten ihrer Anschauungsweise vorgeführten Beobachtungen direct anreihen. Waldeyer führt als Thatsachen, die die directe Verkalkung der Schmelzzellen beweisen sollen, folgende an:

1) Die Schmelzzellen haben an ihrem nach dem Schmelz zugekehrten Ende *keine Membran*, sondern *freies Protoplasma*.

Eine innige Verbindung der Schmelzzellen mit kleinen Bruchstücken von Schmelzprismen wird öfter beobachtet.

2) Die Versteinerungsgrenze ist keine lineare.

3) Bei Behandlung mit Säuren quellen die Schmelzprismen etwas auf und nehmen ganz und gar wieder die Form der frühern Cylinderzellen an; auch deutliche, membranöse Begrenzungen an den Längsseiten treten auf.

4) Die Schmelzmembran wird bei der Bildung des Schmelzes völlig aufgebraucht, und man kann bei eben im Durchbruch begriffenen Zähnen nur eine bald mehr-, bald einschichtige Lage ganz abgeplatteter Epithelzellen, die offenbar das äussere Epithel mit einem grössern oder geringern Rest des Stratum intermedium darstellen, vom Schmelz abziehen. (Die unterste Lage dieser abgeplatteten Zellen des äussern Epithels bildet nach Waldeyer durch Verhornung das sog. Schmelzoberhäutchen.)

5) Kollmann, der hauptsächlichste Vertreter der andern Anschauung leugnet zunächst das Fehlen einer sog. Deckelmembran der Schmelzzellen. Er bildet dieselbe (l. c.) deutlich ab und behauptet, dass, wenn man auch Stückchen von Schmelz häufig in Verbindung mit Schmelzzellen fände, die Deckelmembran doch stets eine scharfe Scheidung beider hervorrufe, dass also auch die Versteinerungsgrenze stets eine lineare sei. Zweitens sieht Kollmann in dem Häutchen sowohl, das man durch verdünnte Säuren von der Oberfläche des sich bildenden Schmelzes jederzeit abheben kann, als auch in dem Schmelzoberhäutchen des ausgebildeten Zahnes Nichts, als die zusammenhängenden, von den Schmelzzellen abgerissenen und dem Schmelz eng anhaftenden Deckelmembranen, die am ausgebildeten Zahn verkalken sollen.

Meine für oder wider das Angeführte sprechenden, freilich an Fischen und nicht an Säugethieren gemachten, also immerhin für die Ableitung eines allgemeinen Satzes mit einer gewissen Vorsicht aufzunehmenden Beobachtungen sind folgende:

Ad 1, 2 und 5.

An in Chromsäure gehärteten Schnittpräparaten, wo der Schmelz in Folge der 4—8 wöchentlichen Einwirkung der Säure vollständig aufgelöst wurde, erscheint die Oberfläche der mit deutlicher Deckel-Membran (cf. oben) versehenen Schmelzzellen besetzt von verschiedenen, fadenartigen, wie abgerissen aussehenden Fortsätzen von demselben, stark lichtbrechendem, hellgrünlichem Aussehen, wie die Membranen der Zellen. S. Fig. 8a. Sie scheinen mir fast durchgehends Fortsetzungen der Seitenmembranen zu sein.

Diese eigenthümlichen Fortsätze nun kann ich nicht für abgerissene, an den Schmelzzellen hängengebliebene Stückchen Schmelz halten; erstens, weil es unbegreiflich wäre, wenn nach so langer Einwirkung von Säurelösung noch verkalkte Theilchen erhalten wären, dann weil ihr ganzes Aussehen und ihr continuirlicher Uebergang in die Seitenmembranen der Schmelzzellen dafür sprechen, dass ihre Substanz mit der dieser Membranen identisch sei. Aber gesetzt diese Gründe gegen die Schmelznatur dieser Fäden seien nicht stichhaltig, so würde gerade die Annahme, sie seien Schmelzüberreste, sehr gegen eine directe Verkalkung in der Weise, wie sie Waldeyer sich denkt, sprechen. Derselbe schliesst nämlich aus dem durchlöcherten Aussehen, welches das von der Oberfläche des sich bildenden Schmelzes bei Säugethieren abhebbare Häutchen besitzt, darauf, dass die Schmelzzellen zuerst in ihrer Mantelzone verkalken, der axile Theil dagegen weich bleibend nach Ablösung jener jüngsten Schmelzlage, für welche er das bewusste Häutchen erklärt, als sog. Tomes'sche Fortsätze, über den übrigen weichen Zellkörper hervorragen. Wären nun wirklich die von mir beschriebenen Fortsätze die ihrer unvollkommenen Verkalkung wegen erhaltenen, jüngst gebildeten Schmelztheile, so müsste man doch zwischen ihnen weiche Protoplasmatheile finden, was durchaus nirgends der Fall ist. Am wenigsten aber verträgt sich mit jener Hypothese der Umstand, dass die Zellen, von denen die bewussten Fäden entspringen, sehr scharf gezeichnete Deckel-Membranen haben. Mit der Annahme einer zuerst in der Achse beginnenden und von da nach der Peripherie fortschreitenden Verkalkung der Zelle liesse sich das Vorkommen dieser Fäden schon eher vereinigen. Allein eine zweite Beobachtung macht mich geneigt, wenigstens, was speciell die Cyprinoiden betrifft, auf die Seite der Vertreter der Ausscheidungstheorie zu treten. Schon oben habe ich bemerkt, dass der im Zahnsäckchen befindliche braune Schmelzbeleg in Säuren sich nicht vollkommen auflöst, sondern dass ein feiner, körnighäutiger Rückstand bleibt. Denselben müssen wir nun natürlich auch an Präparaten erwarten, die in Chromsäure gehärtet und dann in feine Schnitte zerlegt sind. Und wir finden ihn hier in der That und sind im Stande seine feinere Structur zu erforschen. Er liegt meistens frei zwischen Zahnoberfläche und Schmelzmembran und besteht bei stärkern Vergrösserungen auf den ersten Blick aus einem Netzwerk sechseckiger oder runder, mehr unregelmässiger, wie es scheint, stets eng aneinanderliegenden Maschen; die Fäden des Netzwerkes gleichen vollkommen den Membranen der Schmelzzellen. Hebt oder senkt man jedoch den Tubus, so bemerkt man sogleich, dass man es in diesem Schmelzrückstande nicht mit einer dünnen Membran, sondern mit einem ziemlich dicken, aus nebeneinanderliegenden, sechseckig oder unregelmässig sich begrenzenden Röhren bestehendem Fachwerk zu thun hat. Der Querschnitt dieser Röhren ist von verschiedener Grösse, entspricht aber, wenn man ein Stückchen eines Schmelzorgans von der Fläche betrachtet, dem ebenfalls wechselnden Querschnitt der Schmelzzellen. Bekommt man ein Stückchen des Schmelzrückstandes so zu Gesicht, dass man die es zusammensetzenden Röhren in ihrer Längsausdehnung sieht, so gleicht dasselbe täuschend einem in der Seitenansicht gesehenen Schmelzorgantheilchen.

Dieses Röhrenwerk hängt nun an Präparaten, welche augenscheinlich heftige mechanische Insulte erfahren haben (bei der Schnittführung), nach dem Schmelzorgan zu mit einer Membran zusammen, welche an einer andern Stelle in die Deckelmembranen der Schmelzzellen, die an dieser Stelle den zerrissenen Zellen fehlen, übergeht. Fig. 8 b giebt ein sehr stark vergrössertes Bild des Schmelzrückstandes von der Fläche aus gesehen, die er der Fläche der Schmelzmembran zukehrt. Man sieht mehrere übereinanderliegende optische Querschnitte der Röhren, die glänzenden Puncte sind einzelne optische Querschnitte kleiner Streifen der Röhrenwandung.

Es sei mir erlaubt, auf Grund der eben geschilderten Beobachtungen folgende Entstehungsweise des Schmelzes fürs Erste nur zu vermuthen.

Der Schmelz ist eine Abscheidung der Schmelzzellen. Dabei wird oberhalb des weichen Inhalts der cylindrischen Zelle durch die Deckelmembran hindurch eine direct verkalkende, wenig organische Theile enthaltende Substanz, die eigentliche, harte Schmelzmasse, abgeschieden. In der Fortsetzung der Seitenmembranen der Zellen dagegen wird eine Substanz abgeschieden, die derjenigen, aus welcher jene Seitenmembranen bestehen, vollkommen gleicht und nicht verkalkt. Diese Hypothese wäre genau genommen dieselbe, die, wie wir oben angedeutet, schon Retzius ausgesprochen hat, nämlich, dass jedes Schmelzprisma von einer organischen Hülle umgeben sei. Entkalkt man ein so gebautes Schmelzstückchen, so muss ein Rückstand, wie der oben beschriebene bleiben; behandelt man einen noch im Zahnsäckchen befindlichen Zahn, wo schon gebildeter Schmelz noch mit den Schmelzzellen zusammenhängt, mit Säure, so ist es leicht erklärlich, wie sich von der Oberfläche des Schmelzes, von welcher die Schmelzzellen abgerissen sind, ein Häutchen loszulösen vermag. Entweder ist es möglich, dass die mit dem abgeschiedenen Schmelz verklebten und durch die unverkalkten in den Schmelz hinein ragenden Fortsätze mit dem letzteren noch enger verbundenen Deckelmembranen, wie Kollmann will, von den Schmelzzellen abreissend am Schmelz hängen bleiben und sich isoliren lassen, oder es kann der Fall eintreten, dass die Deckelmembranen an den Schmelzzellen verbleiben, ja dass einzelne Theile der organischen Umhüllungen der Schmelzprismen an ihnen hängen bleiben (Fig 8a). Aber auch in diesem letztern Falle steht der Isolirung eines Häutchens Nichts im Wege, wenn wir bedenken, dass durch das Schmelzen der verkalkten Theile in der Säure Strömungen verursacht werden können, die so feine Fädchen, wie die organischen Theile des Schmelzes, leicht zerreissen können. Es kann daher kommen, dass, nachdem die äusserste Schicht des Schmelzes entkalkt ist, die zurückgebliebenen in Zusammenhang stehenden organischen Theile, mechanisch von dem noch unentkalkten Schmelz losgerissen, als feines Häutchen sich darstellen.

Ich bin weit davon entfernt, die eben ausgesprochene Vermuthung über die Bildungsweise des Schmelzes auch nur zu einer Hypothese zu erheben, da ich wohl weiss, dass sich Manches dagegen einwenden lässt.

Ad 3 und 4.

Das Aufquellen der Schmelzlage bei Behandlung mit Säuren habe ich, wie schon oben angedeutet, auch bei Cyprinoidenzähnen gefunden. Jedoch ist es mir nicht gelungen, auf diese Weise prismatische Theile des Schmelzes deutlich als verkalkte Schmelzzellen zu erkennen. Dass bei völliger Ausbildung des Schmelzes das Schmelzorgan ganz reducirt ist und, wie es scheint, nur noch aus einer oder zwei Lagen rundlicher Zellen besteht, spricht auf den ersten Blick für die Hypothese einer directen Verkalkung, beweist jedoch dieselbe durchaus nicht. Von einer Verhornung der Zellen des äussern Epithels zur Bildung des Schmelzoberhäutchens habe ich nicht das Geringste wahrgenommen.

Zahnpapille. Entwicklung des Dentins.

Die junge, Anfangs sehr flache Papille, welche den in die Tiefe wachsenden Epithelzapfen einstülpt, erhebt sich aus einem in weiterer Erstreckung jung zu nennenden Bindegewebe. Dasselbe unterscheidet sich von dem gewöhnlichen hier auftretenden Bindegewebe, in welches es allmälig übergeht, dadurch, dass, während dort zwischen den Fasern befindliche Maschenräume gross und deutlich hervortreten, und die Bindegewebszellen sehr klein, homogen und stark glänzend erscheinen, hier die Hohlräume im Gewebe fehlen, die Zellen aber durch ihre bedeutendere Grösse, runde Form und enges Aneinanderliegen sich auszeichnen. In ihnen treten auch deutlich scharf umschriebene Kerne von ovaler oder fast runder Form auf. Eine Verbindung der einzelnen jungen Bindegewebszellen durch Protoplasmafortsätze sehe ich nicht, stelle ihr Vorhandensein jedoch keineswegs in Abrede, da an den später zu besprechenden cylindrischen Odontoblasten stets ein unterer Pulpafortsatz vorhanden ist, und die Continuität der ausgebildeten Zahnkanälchen eine Verbindung der zahnbeinbildenden Zellen verlangt. Die Conservirung der jedenfalls äusserst zarten Verbindungsstränge kann auch bei der angewandten Präparationsmethode nicht erwartet werden. Isolirungsversuche der oberflächlichen Zellen der Pulpa sind mir nur an alten Zähnen und auch hier sehr unvollkommen gelungen.

Auf einem etwas fortgeschrittenen Stadium erscheint nun, schon ehe noch das erste Dentinscherbchen gebildet ist, die ganze Papille von einem dichten Netzwerk homogener, grünlicher, stark lichtbrechender Balken durchsetzt, in deren Maschenräumen, die von sehr verschiedener Grösse und Form sind, die Zellen der Pulpa eingebettet sind. An manchen Stellen scheint es, als ob eine Masche, nur eine Zelle mit Kern einschliessend, die Membran dieser Zelle vorstellte. Obschon nun die homogenen, grünlichen Balken physikalisch völlig den oben beschriebenen Schmelzzellenmembranen, den Cuticularmembranen der plattenförmigen Epithelzellen, sowie der Becherzellen der Schleimhaut gleichen, müssen wir dennoch, so lange die Frage über die Zellmembranen ihrer Lösung noch nicht näher gekommen, wie jetzt, auf einer Deutung jener Balken als Zellmembranen verzichten. Jedenfalls haben wir es hier mit dem ersten Abscheidungs- oder Umwandlungsproduct der jungen Bindegewebszellen zu thun. Wir sehen auch deutlich, dass die Balken des Netzes am Grunde der Papille oder weiterhin, wo das junge Bindegewebe in gewöhnliches übergeht, in die Fasern des letzteren continuirlich übergehen. Durch einfaches Freipräpariren des jungen Zahnkeims aus dem Säckchen und Anwendung von Druck auf die herausgenommene Pulpa erfahren wir, dass die letztere in hohem Grade elastisch ist. Die Ursache dieser Erscheinung kann nur die sein, dass das feine Balkenwerk, in welches die weichen Zellen eingelagert sind, aus elastischer Substanz besteht. Dieser Umstand hat, ausser dass er uns später für die Beurtheilung der Structur des ausgebildeten Zahnes interessant werden wird, auch in so fern Beachtenswerthes, als er uns in dem Begreifen des »grossen Wunders des Zahnwechsels bei den Cyprinoiden« wiederum einen Schritt weiter bringt. Eine elastische Papille kann viel stärkeren Insulten Widerstand leisten, als eine ganz weiche.

Bevor ich einige Stadien der Dentinentwicklung näher beschreibe, will ich gleich zu Anfang Leydig gegenüber eine Thatsache scharf betonen. Niemals habe ich bei Cyprinoiden ein Stadium der Papille angetroffen, wo vor Bildung des ersten Dentinscherbchens unterhalb der Schmelzmembran und von dieser durch eine Spalte geschieden, ein Epithel die Oberfläche der Papille bedeckte, das irgendwie der Schmelzmembran oder überhaupt Epithelzellen, wie sie in den untersten Schichten der Schleimhaut vorzukommen pflegen, verglichen werden könnte. Ebensowenig unterscheiden sich die obersten Zellen der Papille in irgend einem Stadium derselben, welches vor der Bildung des ersten Dentins liegt, von den übrigen Zellen derselben auch nur durch die geringsten Eigenthümlichkeiten. Vielmehr tritt bei der Entwicklung der Cyprinoidenzähne der mit der Ansicht von Leydig über die Zahnentwicklung durchaus unverträgliche Umstand ein, dass zu einer Zeit, wo die Schmelzzellen schon längst ihre characteristische Form erlangt haben, und schon ein bedeutender Theil von Dentin gebildet ist, die das letztere bildenden Zellen weder eine Spur von länglicher Form noch regelmässiger Anordnung erkennen lassen. Beides finden wir bei unsern Fischen erst in einer viel spätern Periode der Zahnentwicklung. Von einem Uebergang der Schmelzzellen in die oberste Zellschicht der Papille am Grunde des Zahnkeims habe ich gleichfalls nicht das Geringste wahrzunehmen vermocht.

Lage und Form der dentinbildenden Zellen sind, wie uns weiter unten noch klarer werden wird, die Momente, welche den Verlauf der Zahnkanälchen im ausgebildeten Zahn vollkommen bestimmen. So lange die Odontoblasten eine unregelmässige Gestalt und Lage haben, wird ein Zahnbein gebildet, wie es uns in der matt-körnigen Aussenschicht der Cyprinoidenzähne vorliegt; sowie dieselben dagegen eine lang-spindelförmige Gestalt annehmen und parallel neben einander liegend ihre Richtung gegen die innere Fläche des schon gebildeten Dentins ändern, so laufen auch die Zahnkanälchen in dem nun neu entstehenden Zahnbein parallel neben einander in derselben Richtung, in der die Odontoblasten mit ihrer Längsachse liegen. Es wird ein Dentin gebildet, wie es uns in der mittleren Zahnbeinschicht des Halses und in der untern der Krone vorliegt, und in welchem die parallel verlaufenden, schräg aufsteigenden Zahnkanälchen plötzlich dieselbe Aenderung ihrer Richtung erfahren, die vor ihnen die sie gebildet habenden Odontoblasten erfuhren.

Die bei Cyprinoidenzähnen so deutliche Abhängigkeit des Verlaufs der Zahnkanälchen von der Lage und Form der präformirten Odontoblasten habe ich auch in der Entwicklung anderer Zähne constatiren können. Sie tritt auch deutlich an der Abbildung hervor, die Leydig (l. c. Fig. 10) von einem Schlangenzahnkeim giebt. Die Kanäle in der Spitze des Schlangenzahns verlaufen nämlich von vornherein regelmassig von der Pulpa ausstrahlend durch das Dentin, ohne dass Seitenzweige desselben etwa dieselbe Stärke, wie der Stamm, erreichten. Ein solcher Verlauf findet sich bei den meisten mit einfacher Pulpahöhle versehenen spitzen Zähnen, und es kann uns also nicht Wunder nehmen, dass in der Entwicklung solcher Zähne die Odontoblasten von vorn herein eine Form besitzen, welche der der Schmelzzellen täuschend ähnlich und von derjenigen der unterliegenden Pulpazellen sehr verschieden sein kann. Da ich nun vor Bildung des ersten Dentinscherbchens die Schmelzzellen auch bei Cyprinoiden der von einer sog. Membrana propria umgebenen Papille sehr eng anliegend finde, so wird man aus alledem die Möglichkeit eines Irrthums von Seiten Leydig's wohl nicht leugnen können.

Die erste Andeutung des Dentins auf der Papille ist die sog. Membrana propria pulpae der Autoren selbst, durch welche hindurch man früher die auf ihrer Aussenseite schichtenweis verkalkende Zahnbildungsmasse ausgeschwitzt werden liess. Die Bildung derselben veranschaulicht Fig. 9, welche ein Stück vom Rande einer sehr jungen Papille, stark vergrössert, vorstellt. In dem Maschenwerk homogener, grünlicher Balken liegen die jungen, runden, kernhaltigen Pulpazellen. Die homogenen, starkglänzenden Balken nun, welche die Zellen der obersten Reihe von einander trennen, scheinen nach aussen zu wie gespalten, und der Spalt ist ausgefüllt mit einer homogenen, das Licht weniger stark brechenden Substanz, die auch die ganze Masse der Membrana propria zusammensetzt und in dieselbe continuirlich übergeht. Eine solche Spaltung der starkglänzenden Balken findet sich auch stellenweise weiter unten in der Pulpa; dabei ist aber stets die nächste Begrenzung der Zellen stark lichtbrechend. Die Membrana propria pulpae ist, wie überhaupt alles Dentin (s. unten), zuerst weich, und es ist, so lange sie dieses bleibt, die Möglichkeit gegeben, dass der auf ihrer Oberfläche sich bildende erste Schmelz, so lange derselbe ebenfalls noch weich ist, fest mit ihr verkittet, und so die feste Vereinigung von Schmelz und Dentin durch nachträgliche Verkalkung bewirkt wird.

Die Verdickung der Membrana propria nun zum Dentinhütchen geht zuerst auf der Spitze der Papille vor sich; wenn hier schon eine bedeutendere Dentinmasse gebildet ist, finden wir unten an der Basis der Papille nur erst die Membrana propria, die unten in die die Wand des Zahnsäckchens bildenden Bindegewebsfasern umbiegt. Zur deutlichen Veranschaulichung des Vorgangs der Dentinbildung gebe ich die ausführlichere Beschreibung des Längsschnittes durch einen Zahnkeim von Cyprinus Tinca mit schon deutlich erkennbarem Dentinkäppchen auf der Spitze. Bei starcken, 4—600fachen Vergrösserungen sieht man hier ungefähr Folgendes:

Gegen das anliegende Schmelzorgan ist die Oberfläche des Dentinscherbchens durch einen stark glänzenden, grünlichen Saum getrennt, gegen die Pulpa zu, von der sich das Scherbchen durch dunklere Chromsäurefärbung absetzt, ist dagegen die Grenze desselben unregelmässig mit kleinern und grössern Ausbiegungen in die Pulpamasse. Besonders letztere, die oft sehr bedeutend sind, zeigen deutlich, dass die Dentinbildung nicht auf allen Radien gleichmässig vorschreitet. Die homogene oder etwas feinkörnige Grundsubstanz des Scherbchens ist durchzogen von Gebilden, die zweifelsohne Zahnkanälchen entsprechen, deren Lumen jedoch so fein sein muss, dass es selbst bei starken Vergrösserungen nicht zu erkennen ist. Ich will dieselben daher »Fasern« nennen. Dieselben zeigen nur in der alleräussersten Schicht des Dentins einen parallelen Verlauf; sonst schlängeln und biegen sie sich nach den verschiedensten Richtungen; beim Heben und Senken des Tubus zeigt es sich, dass die in verschiedenen Ebenen laufenden ebenfalls die verschiedensten Richtungen einschlagen. Die Fasern sind homogen und gleichen den Balken des Fasernetzes der Pulpa, in die sie deutlich übergehen, vollkommen.

Je mehr man nach unten sich der Erhebungsstelle der Papille aus dem Bindegewebe nähert, um so schmaler wird allmälig das Dentinscherbchen. Dabei wird die innere Grenze desselben allmälig undeutlich und verschwindet schliesslich ganz; man nimmt dann über den obersten Zellen der Pulpa Nichts weiter wahr, als ähnlich, wie oben, verlaufende, nach aussen gerichtete Fortsätze des Fasernetzes der Papille. Dieselben scheinen theils Zuspitzungen einer ganzen Zelle mit ihrer Fasermasche zu sein, theils blosse Verlängerungen eines homogenen, stark lichtbrechenden Balkens des Fasernetzes der Pulpa. Zwischen diesen Fortsätzen, die nach unten immer kürzer werden, scheint theilweise eine homogene Substanz ausgeschieden zu sein. Am Rande der Papille gehen die Fortsätze deutlich in die homogene Membrana propria über, der noch weiter nach unten schliesslich die Bindegewebszellen mit ihrem Balkenwerk, unmittelbar, wie in Fig. 9, anliegen. Die obersten Zellen der Pulpa liegen auch jetzt noch, wie vor der Bildung des ersten Dentins, durchaus unregelmässig und zeigen keine Andeutung einer cylindrischen Gestalt. Das beschriebene Bild bleibt nun durch längere Zeit der Zahnentwicklung dasselbe, nur mit dem Unterschied, dass die Grenze zwischen Dentin und Pulpa schärfer wird, und die ersten Lumina in den Zahnkanälchen sichtbar werden. Allmälig zeigen auch die oberflächlichen Pulpazellen, die Odontoblasten, eine Neigung eine cylindrische Gestalt anzunehmen.

In noch spätern Stadien der Dentinentwicklung nehmen nun in der That, wie schon oben erwähnt, die Odontoblasten eine characteristisch langgestreckte Form an und sind dann gleichzeitig mit ihrer Längsachse meist von unten und innen nach oben und aussen gegen die innere Oberfläche des Dentins gerichtet. Da sämmtliche von ihnen gebildete Zahnkanälchen in gleicher Richtung verlaufen, und sowohl die Grenze der, einem Cylinderepithel täuschend ähnlich sehenden, Odontoblastenschicht gegen die übrige Pulpa, als auch gegen das jüngstgebildete Dentin eine scharf ausgesprochene ist, so erhält der Zahnkeim auf dem Längsschnitt ein äusserst regelmässiges Aussehen. Fig. 10 giebt eine Vorstellung davon. Der sonst nirgends eine Spur von cylindrischen Zellen zeigenden, aus einem sehr dichten Fasergewebe bestehenden Papille, liegt eine von der Chromsäure ziemlich stark grün gefärbte Schicht von Zellen auf, welche auf den ersten Blick den Schmelzzellen, besonders wenn dieselben etwas bogenförmig gekrümmt sind, sehr gleichen. Sie haben dieselbe fadenförmige Gestalt, dieselben mit ihrer grossen Achse in der Längsrichtung der Zelle liegenden, ovalen, glänzend contourirten, grobkörnigen Kerne: die Protoplasmamasse erscheint etwas feiner granulirt. Allein bei genauerer Betrachtung sieht man doch, dass die dentinbildenden Zellen bei weitem nicht so regelmässig gestaltet und gelagert sind, als die, welche den Schmelz erzeugen. Ihre starkglänzenden, grünlichen Begrenzungssäume, welche in die Balken des Fasernetzes der Papille continuirlich übergehen, begrenzen nicht so scharf jede einzelne Zelle, wie es dort der Fall ist; die Unterscheidung der einzelnen Zellen ist deshalb oft sehr schwierig; ferner zeigen die Odontoblasten viel bedeutendere Schwankungen in der Dicke, indem sie bald eine ausgezeichnete Breite besitzen, bald kaum erkennbar sind. Endlich tritt es bei genauerer Betrachtung klar hervor, dass die Form der Odontoblasten keine eigentlich cylindrische, sondern eine spindelförmige ist, und dass die Zellen in die Zwischenräume anderer eingekeilt sind (cf. die Abbildung Waldeyer's von den Odontoblasten menschlicher Zähne l. c. p. 347, F. 402). Sehr bemerkenswerth ist noch, dass die an manchen Stellen fast lineare Abgrenzung der Odontoblastenschicht an andern Stellen ganz unregelmässig in die Zellenmasse der Pulpa vorspringt. Dadurch wird die Aehnlichkeit mit einem Cylinderepithel noch mehr abgeschwächt.

Auf die Odontoblastenschicht folgt nach aussen die Schicht des zuletzt gebildeten Dentins. Sie zeichnet sich von dem ältern Dentin aus durch die Helle ihrer Zwischensubstanz und das scharfe Hervortreten der Lumina der Zahnkanälchen. Die letzteren werden stets von der hellen Zwischensubstanz abgegrenzt durch starkglänzende, homogene, grünliche Wände, die in ihrem Aussehen den Balken des Fasernetzes in der Papille und den Scheidewänden der Odontoblasten vollkommen gleichen.

Ueber den Antheil der Odontoblasten an der Bildung des Zahnbeins bin ich trotz sehr genauer und sorgfältiger Untersuchungen zu keiner bestimmten Anschauung gelangt. Es lag dies zum grössten Theil an der Unvollkommenheit der Präparationsmethoden. Ich begnüge mich deshalb im Hinblick auf das Vorige eine mir aufgefallene Thatsache noch etwas mehr hervorzuheben.

Bei der Bildung der Membrana propria (Fig. 9), sagte ich, scheinen sich die die obersten Pulpazellen trennenden, vielfach erwähnten Balken zu spalten; in der Spalte erscheint eine Substanz, welche sich von derjenigen, welche die Balken bildet, durch mehr körniges Aussehen und geringeres Lichtbrechungsvermögen auszeichnet und die Masse der Membrana propria bildet. Eine solche Spaltung der homogenen Balken und Zwischendrängung einer matteren Substanz zwischen beide Spaltungsblätter habe ich auch sonst noch in der Papille beobachtet. Wo auf diese Weise zwischen zwei von Zellen erfüllten Hohlräumen eine dickere Zwischensubstanz sich befand, da war doch immer die nächste Umgebung der Hohlräume von den starkglänzenden, grünlichen Säumen umgeben. Dieselben Säume nun finden wir in Verbindung mit den Balken des Fasernetzes in der Papille als Begrenzung der einzelnen Zellen der Odontoblastenschicht wieder, wir begegnen ihnen ferner auch in den gleichfalls stark glänzenden, grünlichen Wänden der Zahnkanälchen sowohl des jungen, als des alten Dentins eines ausgebildeten Zahnes. Aus diesen Erscheinungen liesse sich nun vielleicht auf folgende Entstehungsweise des Dentins schliessen. Die jungen rundlichen oder länglich spindelförmigen Bindegewebszellen der Zahnpapille differenziren sich zunächst zum Theil in (oder scheiden aus) ein Maschenwerk homogener, durch starkes Lichtbrechungsvermögen ausgezeichneter Intercellularsubstanz, welche da, wo das junge Bindegewebe in das alte übergeht, mit der als Bindegewebsfasern bezeichneten Intercellularsubstanz des gewöhnlichen Bindegewebes identisch ist. In der Masse der einzelnen Fäden dieses Netzwerkes lagert sich nun in der Mitte derselben eine weniger stark lichtbrechende und mehr körnige Substanz ab, die immer mehr zunehmend die beiden Hälften des gespaltenen Fadens immer mehr auseinanderdrängt. Indem dieser Vorgang gleichzeitig an allen Puncten eines grösseren Gebietes stattfindet, werden die Maschenräume des Netzwerkes, welches die protoplasmatischen Bestandtheile enthält, allmälig zu ganz engen Spalten, zu Zahnkanälchen, reducirt. Dabei behält zu jeder Zeit die nächste Umgebung derselben dieselbe homogene, stark lichtbrechende Beschaffenheit, wie sie die Balken des Fasernetzes in der Papille besitzen; diese Wände der Zahnkanälchen sind von der körnigen, matten Zwischensubstanz aber auch chemisch verschieden; sie stellen nichts anderes vor, als die Zahnscheiden NEUMANN's [19]. Dieselben lassen sich an Cyprinoidenzähnen nach der Vorschrift NEUMANN's ebenso gut isoliren, als an menschlichen Zähnen. Der Ueberrest des in die Maschenräume des Fasernetzes eingeschlossenen Protoplasmas ist die Zahnfaser, die man an Quer- oder Längsschnitten alter Cyprinoidenzähne nicht selten als blasse, homogene, starre Faser aus dem Lumen der Zahnkanälchen hervorragen sieht. Da die sog. Zahnscheiden »wahrscheinlich in die Kategorie der elastischen Begrenzungsmembranen gehören, die sich um die Hohlräume der Bindesubstanzen auszubilden pflegen« (WALDEYER l. c. p. 335), so ist es nicht uninteressant zu beobachten, dass bei den Cyprinoiden die Balken des Fasernetzes der Papille, aus denen sich die Zahnscheiden hervorzubilden scheinen, entschieden elastischer Natur sind. — Es erübrigt jetzt noch über die Verkalkung der Papille zu sprechen. Das Dentin ist seiner Structur nach längst fertig gebildet, ehe es auch nur eine Spur von Kalksalzen aufzuweisen vermag. Statt des spätern harten Zahnbeins haben wir eins, welches sog. durch Entkalkung durch Salzsäure hergestelltem Zahnknorpel in Structur und Consistenz völlig gleicht. Dieses vollkommen ausgebildete, aber noch weiche Dentin nimmt nun die Kalksalze ohne jede weitere Störung seines innern Baues auf. Die Ablagerung derselben beginnt, soviel ich an Cyprinoidenzähnen sehe, immer an irgend einem Puncte, wahrscheinlich gleichzeitig auf einer grössern Strecke, in der Mitte des Dentins und schreitet von da nach aussen und innen fort. Zuerst wird von der fortschreitenden Verkalkung die äussere Grenze des Dentins erreicht. Fig. 10 giebt eine deutliche Vorstellung von dem Fortschreiten dieses Verkalkungsprocesses. Die Grenze, bis zu welcher der letztere vorgedrungen, wird an Chromsäurepräparaten überall von einem breiten, stark grün gefärbtem Bande bezeichnet, dessen Contouren nach dem unverkalkten, hellem Dentin zu eigenthümlich gestaltet sind. Sie bestehen aus lauter halbkugeligen Vorsprüngen in die unverkalkte Masse; dabei kommt es vor, dass einzelne, so halbkugelig gestaltete Hervorragungen der verkalkten Substanz wie abgeschnürt von der übrigen erhärteten Masse erscheinen, ja dass einzelne Kugeln verkalkter Masse (Zahnbeinkugeln) ganz isolirt in der weichen Schicht liegen. Die Zahnkanälchen passiren die Grenze der verkalkten und unverkalkten Masse vollkommen ungestörten Verlaufs.

Wie Fig. 10 anschaulich macht, entsteht durch diesen eigenthümlichen Verkalkungsprocess eine Masse von verkalktem Dentin, welche in frühern Perioden noch ganz, in spätern theilweise von unverkalkter Substanz umhüllt wird. Nehmen wir die Möglichkeit an, dass die weiche Dentinmasse innerlich wachsen und dadurch eine Veränderung ihrer äusseren Formen herbeiführen kann, so liegt es auf der Hand, dass bei der beschriebenen Lage des erhärteten Dentins die äussern Umrisse des ganzen Zahns während seiner Entwicklung Veränderungen erfahren können; ein Umstand, der vielleicht in Hinsicht auf die mannigfaltigen mechanischen Insulte, denen der Zahn während seiner Entwicklung auch trotz seiner geschützten Lage noch immerhin ausgesetzt ist, wohl beachtet zu werden verdient. Denken wir uns, dass der Verkalkungsprocess in seinem Vorschreiten nach innen oder aussen plötzlich aus irgend welcher Ursache einzelne Stellen oder eine ganze schmale Zone überspringt, so müssen, da die Grenze der verkalkten Masse gegen die unverkalkte stets die halbkugelförmigen Vorsprünge zeigt, Räume entstehen, welche allseitig von halbkugelförmigen Vorsprüngen verkalkter Masse begrenzt, mit unverkalkter, von Zahnkanälchen durchzogener Substanz erfüllt sind, d. h. Interglobularräume. Nehmen dieselben eine ganze Zone im Zahnbein ein, so können, wenn sie sehr minutiös sind, den äussern Contouren des Zahns theilweise parallele Linien entstehen. Im Zahnbein der Cyprinoiden habe ich dieselben, wie schon oben erwähnt, nicht gefunden.

Zahnsäckchen. Dasselbe wird gebildet durch eine Lage den Umrissen des Schmelzorgans parallel verlaufender, ziemlich starker Bindegewebsfasern, die theilweise in die untern Partien der Zahnpapille umbiegen und sich vollkommen der sog. äussern Haarbalgscheide an die Seite stellen lassen. Das auf das Zahnsäckchen nach aussen folgende Bindegewebe ist sehr locker mit unregelmässigem Verlauf der Fasern und grossen Maschenräumen zwischen denselben (cf. Fig. 5).

Verwachsen des Zahns mit dem Knochen.

Nachdem der Schmelz, soweit das Schmelzorgan herabreichte, auf das Dentin abgelagert ist, beginnt die Dentin bildende Thätigkeit des Bindegewebes auch allmälig am Grunde des Zahnkeimes ausserhalb des Zahnsäckchens aufzutreten. Man bemerkt nun bald auf Längsschnitten, wie von der Basis des im Säckchen gebildeten Dentins aus als Fortsetzung desselben gegen den unterliegenden Knochen zu ein schmaler Streifen von Zahnbein läuft, der in der Nähe des Knochens ganz allmälig dem Auge entschwindet. Während aber das im Zahnsäckchen gebildete Dentin nur von einer Seite her, nämlich von der Odontoblastenschicht aus, eine Verdickung erfuhr, liegen diesem Streifen sowohl an der Pulpaseite Zahnbein bildende Zellen und zwar, als directe Fortsetzung der Odontoblastenschichte, von mehr cylindrischer Form an als auch an der äussern, gewöhnlichem Bindegewebe zugekehrten Seite, nur dass sie hier nicht mehr Odontoblasten, sondern Osteoblasten genannt werden müssen. Während nämlich von jener Seite aus noch Dentin mit freilich unregelmässig verlaufenden Zahnkanälchen erzeugt wird, entsteht auf dieser echter Knochen; beider Hohlräume gehen continuirlich in einander über; wir erhalten, auf diese Weise gebildet, die Wurzel des Zahns, deren Bau wir bereits oben (s. Fig. 3) kennen gelernt. Auf einem weitern Stadium des Herabrückens des Zahns verlieren endlich auch die dentinbildenden Zellen der innern Seite ihre längliche Form, und jetzt wird nur noch Knochen gebildet.

Ob der Schlundknochen dem Zahn entgegenwächst, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen; es ist mir jedoch sehr wahrscheinlich. Die specielleren Vorgänge bei der Bildung der oben beschriebenen nathähnlichen Linie habe ich nicht beobachten können.

Resorption der Zähne.

Meine Beobachtungen über dieselbe sind sehr unvollkommen, so dass ich auf eine Darstellung derselben verzichte. Ich mache nur auf zwei Puncte aufmerksam. Zunächst erscheinen auch hier, und zwar in ausgezeichneter Entwicklung die sog. Howship'schen Lacunen. Kölliker[20] hat kürzlich auf die grosse Verbreitung derselben und der in ihnen vorkommenden, die eigentliche Resorption des Gewebes herbeiführenden, sog. Osteoklasten auch bei Fischen hingewiesen; ich bin somit im Stande, die Beobachtungen dieses Forschers zu bestätigen. Der zweite Punct ist der, dass das junge Bindegewebe, aus dem sich die Papille des Zahnkeims erhebt, stets in unmittelbarer Verbindung mit dem Gewebe des Resorptionsherdes steht, dass sich gewissermassen von dem letztern bis zur jungen Papille eine aus in sehr lebhafter Erregung befindlichem Bindegewebe bestehende Strasse hinzieht, auf welcher die dort aufgelösten Intercellularsubstanzen transportirt werden, um hier aufs neue abgelagert zu werden. Noch deutlicher, wie hier, tritt die grosse Nähe von Resorptionsherden und Bildungsstätten des Zahnbeins, dann hervor, wenn der junge Zahn an Umfang zugenommen hat und anfängt mit dem Knochen in der Nähe eines noch nicht ganz resorbirten Zahnes zu verwachsen. Von dicht aneinanderliegenden Zellen resorbiren die auf der einen Seite liegenden; die der andern bauen auf.

II.

Die Zähne von Esox Lucius.

1. Bau, Befestigung und Schmelzbekleidung.

Der gemeine Hecht hat Zähne auf den Ossa mandibularia, intermaxillaria, palatina, dem Vomer, der Zunge, den Kiemenbögen und den obern und untern Schlundknochen. Die Form und feinere Structur der Zähne ist schon von Retzius (l. c. 525 ff.) so ausführlich und vortrefflich beschrieben worden, dass ich wohl von einer ausführlicheren Schilderung derselben Abstand nehmen kann, indem ich zur Vergleichung auf die citirte Stelle verweise. Nur, was die Befestigung der Zähne und ihre Schmelzbekleidung betrifft, muss ich Einiges hervorheben.

Sämmtliche Zähne des Hechtes sind mit Ausnahme derjenigen des Unterkiefers und der obersten Zähne der Kiemenbögen, die zuletzt fest mit dem unterliegenden Knochen verwachsen, auf eine interessante Art auf Fortsätzen von Hautknochen der Mucosa beweglich befestigt. Streicht man beispielsweise am Vomer von vorne nach hinten über die Masse der feinen, dichtstehenden Zähnchen hin, so fühlt man, wie sie dem Drucke des Fingers nachgebend sich platt nach hinten niederlegen, um, wenn der Druck aufgehoben, elastisch in ihre alte Lage zurückzuspringen. Streicht man dagegen von hinten nach vorn, so fühlt man, wie die etwas nach hinten gerichteten Zähne ihre Stellung fest behauptend ihre feinen harten Spitzchen in die Haut einbohren; ganz wie wenn man mit dem Finger über eine feine Säge in der Richtung, die jener der Zähnchen entgegengesetzt ist, hinfährt. Dieselbe Erscheinung tritt noch evidenter an den grösseren Zähnen des Gaumenbeins hervor, nur mit dem Unterschiede, dass hier die Zähne, die nach innen und hinten gerichtet, in dieser selben Richtung niederdrückbar sind. Sonst springen auch sie beim Nachlassen des Druckes in ihre gewöhnliche Lage zurück; nach jeder andern Richtung, als der angegebenen, sind sie vollkommen unbeweglich.

Diese eigenthümliche Einrichtung im Zahnapparat des Hechtes hat Owen auch bei Lophius piscatorius beschrieben. Es bedarf wohl keiner weitern Auseinandersetzung, um die Ueberzeugung zu gewinnen, dass wir es hier mit einer Einrichtung zu thun haben, welche in directer Beziehung zum Fang der Beute steht.

Fragen wir, auf welche Weise diese eigenthümliche Befestigung der Zähne zu Stande kommt, so giebt uns eine genauere Untersuchung folgende Antwort:

Sämmtliche Zähne des Hechtes sind nicht unmittelbar auf dem

Skelettknochen befestigt, sondern auf besonders hervorragenden Theilen von Hautknochen, die entweder in gar keiner festen Verbindung mit dem Skelettknochen stehen oder in eine flache Vertiefung desselben eingesenkt und fest mit ihm verwachsen sind. Der Bau dieser Hautknochen ist spongiös, und finden sich in den in Dicke und Länge wechselnden Balken desselben, ebenso wie im Skelettknochen des Hechtes, keine Knochenkörperchen, sondern nur, oft sehr spärlich vertheilte, zahnkanälchen-artige Hohlräume (über die Verbreitung von derartig gebauten Knochen bei Fischen vergl. Kölliker[21]).

Diese Hautknochen nun bilden ringförmige Erhebungen, deren Umfang dem des unteren Endes des Zahnes entspricht. Sie sind auf der Seite, nach welcher hin der Zahn niederdrückbar ist, flacher, als auf der entgegengesetzten. Auf einer solchen ringförmigen Erhebung ist nun der Zahn folgendermassen befestigt. Sein unterer Rand ist vollkommen frei und nur auf der einen Seite, nach welcher der Zahn niederdrückbar ist, entspringen aus der verkalkten Substanz des Zahnes breite, sehr zähe, fein längsgestreifte Fasern, die nach unten ziehend in die Substanz des Hautknochens continuirlich übergehen. Von der untern Fläche der schwammigen Knochenmasse aus, die das Innere des Hechtzahns erfüllt und in Aussehen und Structur ganz dem Hautknochen gleicht, entspringen dagegen zahlreiche, glashelle und starre elastische Fasern, ebenfalls unmittelbar aus der Substanz des Knochens, um nach unten ziehend an dem Boden der in der Mitte etwas ausgehöhlten ringförmigen Erhebung des Hautknochens continuirlich in die Substanz des letzteren überzugehen. Diese im Innern des Zahns befindliche elastische Masse erhält für gewöhnlich den freien Rand des Zahnes in enger Anlagerung an den Hautknochen, so dass sich derselbe, bei jedem Druck, den er von der entgegengesetzten Seite erleidet, auf den letzteren stützt und, da ausserdem die in diesem Falle fest angespannten Fasern der andern Seite einer Verrückung des Zahns energischen Widerstand leisten, vollkommen unbeweglich bleibt. Sobald er jedoch auf der Seite, wo er der Befestigung an dem Hautknochen ermangelt, einen entsprechenden Druck erleidet, so vermögen die elastischen Fasern ihn nicht mehr in seiner Lage zu erhalten; er giebt nach, die Fasern der andern Seite biegen und falten sich, und der Zahn legt sich, da auf dieser Seite die Erhebung des Hautknochens niedriger ist, soweit nieder, als es die letztere gestattet. Hört der Druck auf, so zieht sich die ausgedehnte elastische Masse wieder zusammen und der gewöhnliche Zustand wird wieder hergestellt.

Alle Zähne des Hechtes haben wirklichen Schmelz. Derselbe ist von einer gelblich-braunen Farbe und bekleidet nur in sehr geringer

Masse die äusserste Spitze des Zahnes. Während der Schmelz an den Cyprinoidenzähnen nie eine bedeutende Härte erlangt und nach dem Durchbruch des Zahnes bald von der Oberfläche desselben abgerieben wird, erreicht dagegen der Schmelz der Hechtzähne eine bedeutende Härte und erhält sich das ganze Leben des Zahnes hindurch. Seine äusserste Schicht setzt sich als feines structurloses Häutchen noch eine Strecke von der Spitze aus auf den Zahn fort, und so kommt es, dass, obwohl das Dentin des Hechtzahns eine verhältnissmässig sehr weiche Beschaffenheit hat, dennoch die obersten Partien des Zahns wegen ihrer Bekleidung mit harter Schmelzmasse eine bedeutende Resistenzkraft erlangen. Dieser Umstand fiel schon Retzius (l. c. p. 525) auf, und er vermuthete, dass der Zahn von einer äusserst dünnen Schmelzhaut überzogen wäre; er vermochte jedoch trotz eifrigen Nachsuchens mit dem Mikroskop nicht die geringste Schmelzbedeckung nachzuweisen. Und in der That ist dies, wenn man nicht chemische Agentien zu Hülfe nimmt, bei rein mikroskopischer Untersuchung ein sehr schwieriges Stück. Denn erstens ist die Schmelzspitze weder scharf vom Zahn abgegrenzt, noch bei ihrer homogenen oder etwas körnigen Structur von dem ähnlich aussehenden Zahnbein der Spitze wesentlich unterschieden, und zweitens scheint es bei rein mikroskopischer Betrachtung ganz evident zu sein, dass die letzten Ausläufer der Zahnkanälchen fast bis in die äusserste Spitze des Zahns vordringen.

Die richtige Anwendung chemischer Reagentien belehrt uns jedoch bald, dass die Hechtzähne wahren Schmelz besitzen. Ich sage, die richtige Anwendung; denn eine falsche, welche darin besteht, dass man zu schwache Säurelösungen anwendet, kann uns trotzdem dahin bringen, das Vorhandensein des Schmelzes vollkommen zu übersehen. So muss es Waldeyer ergangen sein, der (l. c. p. 340) den Schmelz der Hechtzähne läugnet und ihnen nur eine, die Oberfläche des Zahns überziehende, sog. Cuticula zuschreibt. Sein Irrthum erklärt sich daraus, dass bei Anwendung schwacher Säurelösungen in der That von dem die Hechtzähne an der Spitze bekleidenden Schmelz nur die äusserste, feine dünne Lage und ihre Fortsetzung auf die unteren Theile des Zahns in Form eines zarten, structurlosen Häutchens sich abhebt. Wendet man dagegen stärkere Salzsäurelösungen und gar concentrirte Salzsäure an, so schmilzt ein grosser Theil der Spitze unter gleichzeitigem Verschwinden der gelben Färbung derselben vollkommen weg, und wir sehen schliesslich als Rest derselben einen ziemlich spitzen, kegelförmigen Aufsatz der übrigen Dentinmasse vor uns. Jetzt wird es auch klar, dass alle Zahnkanälchen, die bei Betrachtung des intacten Zahns in die gelbe Spitze eindringen, auf diesen kegelförmigen, aus Dentin gebildeten Kern derselben sich beschränken.

Ueber die Befestigungsweise der mit dem unterliegenden Hautknochen verwachsenen Hechtzähne, über die Anordnung der Zähne auf den Kiemenbögen, sowie über weitere beachtenswerthe Eigenthümlichkeiten des Schmelzes werde ich theils in der jetzt zu behandelnden Entwicklung der Hechtzähne, theils bei Gelegenheit der Abhandlung über die Zähne der übrigen Teleostier sprechen.

II. Entwicklung der Hechtzähne.

Aus dem Vorkommen eines Schmelzes bei allen Hechtzähnen lässt sich a priori annehmen, dass die Entwicklung derselben in derselben Weise beginne, wie bei den Cyprinoiden. Und so ist es in der That.

Auf ihre Entwicklung habe ich vom Hecht die Zähne des Os palatinum, des Vomer und der Kiemenbögen theils in frischem Zustande durch einfaches Herauspräparieren der Zahnkeime, theils auf Schnitten durch erhärtete zahntragende Theile untersucht. Auf ersterem Wege kann man die Existenz eines aus dichteren Bindegewebsfasern gebildeten Zahnsäckchens und nach Zereissen desselben das Vorhandensein eines isolirbaren Schmelzorgans als eines feinen, aus langen cylindrischen Zellen bestehenden Häutchens constatiren. Das letztere hat, wie oben bemerkt, auch schon Born an den Zahnkeimen mehrerer Fische dargestellt. Eine Isolirung der einzelnen Zellen des Schmelzorgans ist mir nicht gelungen.

Bei der Anfertigung und Untersuchung von Schnitten durch die in Chromsäurelösung entkalkten und gehärteten Knochentheile tritt derselbe Uebelstand, wie bei der Untersuchung der Cyprinoidenzähne ein, nämlich die Unmöglichkeit die einzelnen Schnitte ohne Störung des natürlichen Zusammenhangs nachträglich zu färben; so müssen, da die grüne Färbung der Chromsäure die des Karmins nur unvollkommen ersetzt, manche feinere Structurverhältnisse dunkel bleiben. Das erste Auftreten der Zähne an ganz jungen Embryonen habe ich leider nicht studieren können. Ich behandle hier nur die Entwicklung der Ersatzzähne des Os palatinum und des Vomer; die der Kiemenbogenzähne, welche sich durch den Mangel eines geschlossenen Zahnsäckchens auszeichnet, werde ich an einem andern Orte kurz darstellen.

Die Bildung des Schmelzorgans geht, wenigstens am Os palatinum, beim Hecht interessanter Weise sowohl frei vom Schleimhautepithel aus, als auch kann dasselbe eine Abzweigung des untern Endes des Schmelzorgans eines noch im Zahnsäckchen befindlichen Zahnes sein. Was die freie Entstehung vom Mundhöhlenepithel betrifft, so zeigt Fig. 11 das jüngste Stadium, was ich beobachten konnte. Genau oberhalb der Stelle, wo ein ausgefallener Zahn am Hautknochen befestigt war, senkt sich vom Schleimhautepithel aus, das an diesem Ort eine besonders dicke Schicht und noch mehrere kleine Einsenkungen in das unterliegende Bindegewebe bildet, ein schräg nach unten gerichteter Zapfen von Zellen in das Bindegewebe ein, mit seinem untern Ende fast die Stelle erreichend, wo das Gewebe am Resorptionsheerd des alten Zahnes sich gewissermassen noch in einem alterirten Zustande befindet. Ob die Figuration, wie vorliegende Abbildung sie zeigt, allein durch das Wachsthum des Epithelzapfens oder zugleich des Bindegewebes hervorgerufen wird, kann ich nicht mit Bestimmtheit entscheiden; ich glaube jedoch, dass beide Gewebe hier thätig sind (cf. Fig. 12 und Fig. 13). Die den Epithelzapfen zunächst umgebende Bindesubstanz ist ein festeres, aus parallel verlaufenden Fasern zusammengesetztes Gewebe und dadurch von dem übrigen, aus vielfach sich kreuzenden Faserbündeln bestehendem verschieden. Uebrigens hat überall das unmittelbar unter dem Epithel liegende Bindegewebe dieses Gefüge.

Die Zellen des Epithelzapfens haben auf diesem Stadium so ziemlich alle dasselbe Aussehen. Nur die zunächst dem Bindegewebe aufliegenden Zellen haben auch hier, wie überall, eine etwas längliche Form.

Von einer Zahnpapille ist auf diesem Stadium noch keine Spur zu sehen; ich habe aber Präparate, wo der Epithelzapfen lange nicht bis zu solcher Tiefe, wie im obigen Falle, vor dem Auftreten der Papille sich einsenkt; es finden sich junge Papillen von verschiedener Grösse in verschieden gestalteten und verschieden tiefen Gruben des Bindegewebes. Manchmal entsteht die Papille schon, ehe überhaupt eine nennenswerthe Einsenkung des Epithels stattgefunden hat, und erst im weitern Verlauf der Entwicklung wird die tiefe Versenkung der Zahnanlage vollzogen und dieselbe vom Bindegewebe umwachsen (s. Fig. 12). Dieses Umwachsen des Keims durch das Bindegewebe scheint jedoch nie zur Bildung eines völlig geschlossenen Zahnsäckchens zu führen, wenigstens beobachtet man selbst an schon weit entwickelten Zahnkeimen, dass das Schmelzorgan derselben an seinem untern Ende noch durch einen sehr mannigfaltige Umrisse zeigenden und oftmals sehr dicken Strang von Epithelzellen mit der untern Masse des Schleimhautepithels zusammenhängt. Fig. 13 giebt eine Vorstellung, wie eigenthümlich die Art der Umwachsung des Zahnkeimes bei Hechtzähnen sein kann. Das schräg Schraffirte bedeutet in der Figur das Epithel, das quer Schraffirte das Bindegewebe.

In den meisten Fällen erhebt sich die junge Papille in der Nähe eines Resorptionsheerdes (cf. oben das über die Cyprinoidenzähne Gesagte). Sie wächst aus dem oberflächlichen, oben als fest beschriebenen Bindegewebe zuerst als eine flache Erhebung hervor, nimmt aber bald eine spitz-ovale Form an (Fig. 14). Sie stülpt den Epithelzapfen von unten her ein, so dass die Zellen desselben sie kappenförmig umgeben (Fig. 14). In der Masse der letztern macht sich darauf die Differenzirung in Schmelzzellen und gewöhnliche, runde Zellen geltend, die sich bald zu vollenden scheint; wenigstens finde ich die cylindrische Gestalt der Schmelzzellen schon an Keimen ausgeprägt, wo auf der Oberfläche der Papille kaum die erste Lage von Dentin sichtbar ist (Fig. 14). Wie bei den Cyprinoiden besteht das ausgebildete Schmelzorgan aus zwei Zelllagen; die innerste der Papille zugekehrte besteht aus einer einzigen Schicht langer cylindrischer Zellen, Schmelzzellen; die äusserste, dem begrenzenden Bindegewebe zugekehrte aus gewöhnlichen Epithelzellen: äusseres Epithel.

Schmelzzellen. Die Schmelzzellen haben auf der Höhe ihrer Entwicklung dieselbe characteristische, fadenförmige Gestalt, wie bei den Cyprinoiden. Sie erreichen dieselbe jedoch nur im Säckchen der grössern Zähne; bei den kleinen Zähnen des Vomer werden sie oft nur halb so lang, wie an denen des Os palatinum, wo ich ihre grösste Länge zu 0,0429 Mm. bei einer Dicke des ganzen Schmelzorgans von 0.05 Mm. fand. Ihre Breite beträgt hier c. 0.002 Mm. also c. den 21. Theil ihrer Länge; bei Vomeralzähnen etwa den 14. Theil derselben.

Bei dem ausserordentlich geringen Durchmesser der Schmelzzellen der Gaumenzähne ist es sehr schwer, ihre Formen recht genau zu erkennen. Dazu kommt als erschwerender Umstand, dass die faserartigen Zellen in benachbarten Ebenen verschiedene Richtungen gegen die Oberfläche des Dentins haben. Dadurch erhält man auf Quer- und Längsschnitten durch den Zahnkeim vom Schmelzorgan oft eine Ansicht, als wäre es aus lauter sehr kleinen rhombischen Maschen zusammengesetzt, was eben von der Kreuzung der Zellen herrührt. Die Richtungsdivergenz derselben kann so gross sein, dass man auf einem Längsschnitt die Zellen gegen das Dentin schräg von oben nach unten, auf einem andern in einer andern Ebene geführten von unten nach oben gerichtet findet. Eine solche Kreuzung der Schmelzzellen habe ich nur beim Hecht gefunden. Obwohl ich so etwas nicht beweisen kann, lässt es sich doch wohl a priori annehmen, dass durch die Kreuzung der Schmelzzellen eine Kreuzung der fertigen Schmelzfasern bedingt wird; wie Kollmann (l. c.) vermuthet, ist die Kreuzung der Schmelzprismen menschlicher Zähne sehr wahrscheinlich durch eine ähnliche Structur der Schmelzmembran bedingt.

Dass die Schmelzzellen beim Hecht übrigens doch auch im Einzelnen dieselben Eigenschaften haben, wie bei den Cyprinoiden, tritt deutlich an den kleinern Zellen der Ersatzzahnkeime des Vomer hervor. Nur in diesen habe ich, freilich nur hier und da, Kerne gefunden. Ebenso kann ich von der Anwesentheit der stark glänzenden, grünlichen Scheidewände und der Deckelmembranen nur hier mich aufs Untrüglichste überzeugen. Die Scheidewände traten auch ziemlich deutlich verfolgbar auf jüngern Stadien bei Gaumenzähnen hervor; die Deckelmembranen konnte ich bei den letzteren dagegen nicht nachweisen, wenn auch vielfach ein scharf gezeichneter, ununterbrochener Saum die innere Grenze der Schmelzmembran bildete. An manchen Schnitten bot die Schmelzmembran einen eigenthümlichen Anblick. Sie schien zusammengesetzt aus neben einander stehenden grünlich umrandeten Prismen (Zellen?), getrennt durch Streifen heller, körniger Substanz, wie wenn die Scheidewände der Zellen sich gespalten hätten, und eine helle Zwischensubstanz sich zwischen die beiden Blätter der gespaltenen Membran gedrängt hätte. Eine Krümmung in einem flachen Bogen haben die längsten Schmelzzellen gleichfalls mit denen der Cyprinoiden gemeinsam.

Aeusseres Epithel. Dasselbe ist durch eine scharfe, aber nicht ebene Grenze von der Schmelzmembran getrennt. Die Schmelzzellen gehen am Ausgehenden des Schmelzorgans nach Verlust ihrer characteristischen Form in die Zellen desselben über. Das äussere Epithel zeigt im Allgemeinen mehr Variationen, als bei den Cyprinoiden. Im Anfang an Mächtigkeit die Schmelzmembran überwiegend, steht es später sehr hinter demselben zurück und besteht nur aus wenigen, oft (Vomerzähne) nur einer einzigen Schicht von Zellen, die von der Fläche gesehen sich gegenseitig sechseckig abplatten.

Was wir aber am Schmelzorgan der Cyprinoiden nicht beobachteten, das äussere Epithel kann im Laufe der Entwicklung des Zahnes zu einer intensiven Thätigkeit erweckt und zur Zellvermehrung angeregt werden. Es geht nämlich von ihm allein, ohne Betheiligung der Schmelzmembran, und zwar von seinem untersten Ende nach voraufgegangener, bedeutender Verdickung desselben die Bildung eines Zellenzapfens aus, der in das Bindegewebe hineingetrieben und von einer Papille eingestülpt zur Anlage eines neuen Schmelzorgans wird, und dieses stellt dann, sammt der einstülpenden Papille allmälig in ein besonderes Zahnsäckchen eingeschlossen, den Keim eines Ersatzahnes vor. Fig. 13 und 14 illustriren diese Vorgänge.

Ausserdem zeigt das äussere Epithel noch die Eigenthümlichkeit, dass seine Zellen gegen Ende oder nach Vollendung der Schmelzbildung eine platte, langgestreckte Gestalt annehmen und sich, wie verhornte Zellen der Säugethierepidermis, in faserartige Züge lagern.

Bildung des Schmelzes. Ueber die eigentliche Bildungsweise des Schmelzes bin ich beim Hecht noch weniger ins Klare gekommen, als bei den Cyprinoiden. Während dort eigentlich Nichts für eine directe Verkalkung der Schmelzzellen sprach, tritt uns hier im ausgebildeten Zahnsäckchen eine Erscheinung entgegen, die, wenn sie eine solche auch nicht absolut beweist, doch leicht in diesem Sinne gedeutet werden könnte. An von Chromsäurepräparaten gewonnenen Schnitten sieht man die Spitze des in einem entwickelten Zahnsäckchen liegenden Dentins häufig durch eine Kreislinie vom übrigen Zahn als kegelförmigen Aufsatz desselben abgegrenzt; aus oben gemachten Angaben schliessen wir richtig, dass hier schon gebildeter Schmelz aufgelöst worden ist. Zwischen diesem kegelförmigen Aufsatz nun und der Schmelzzellenschicht befindet sich ein Raum, der wenn wir ihn mit Schmelz erfüllt dächten, den Zahn zu der Form vervollständigen würde, welche er im völlig intakten Zustande besitzt. Die diesen Raum umgrenzenden Schmelzzellen sind nun merkwürdigerweise kleiner, als die unterhalb des kegelförmigen Aufsatzes gelegenen, ja sie können an der Spitze gänzlich reducirt sein, so dass hier das jetzt aus abgeplatteten Zellen bestehende äussere Epithel den Abschluss der Begrenzung des Hohlraums übernimmt. Es scheint somit, als ob ein Abschnitt der Schmelzzellen verkalkt und dann aufgelöst wäre. Gleichwohl ist es unzweifelhaft, dass sich diese Erscheinung auch vom Standpunct der Ausscheidungstheorie ebenso gut erklären lässt, wie etwa die beim Durchbruch des Zahnes eingetretene Reduction des Schmelzorgans. Dazu kommt, dass die Differenz in der Grösse der unterhalb des kegelförmigen Aufsatzes liegenden Schmelzzellen und der um denselben herumliegenden sehr verschieden, oft fast unmerklich befunden wird und durchaus nicht immer der Dicke des abgeschiedenen Schmelzes gleich zu sein scheint, sowie, dass auch schon in Zahnsäckchen, wo die Schmelzbildung offenbar noch nicht begonnen hat, die Schmelzzellen an der Spitze öfter etwas kleiner sind, als an der Seite. Sehr entschieden für die Ausscheidungstheorie zu sprechen scheint mir aber der Umstand, dass die Schmelzmembran an den Stellen, wo man eine directe Verkalkung eines Zellabschnittes annehmen könnte, doch stets durch eine sehr scharfe Contour gegen den von ihr umschlossenen, früher mit Schmelz erfüllten Hohlraum abgegrenzt ist.

Ueberall, wo Schmelz gebildet war und durch die Einwirkung der Säure aufgelöst wurde, liegt zwischen Schmelzmembran und Dentin und zwar unmittelbar an der erstern, eine feine körnige Masse, die wir für Schmelzrückstand ansehen müssen, an der sich aber selbst bei den stärksten Vergrösserungen keine regelmässige Structur erkennen lässt.

Zerstreut in ihr treten eine grosse Menge sehr stark lichtbrechender Puncte auf. An einigen Präparaten, an denen noch ein Theil des Schmelzes und zwar die äusserste Partie mit der sog. Cuticula erhalten ist, liegt die letztere stark grünlich glänzend in ungeschrumpftem Zustande ziemlich eng den Schmelzzellen an, jedoch so, dass eine feine Spalte zwischen ihr und der etwas unebenen Oberfläche der letztern sichtbar ist; wo die Cuticula geschrumpft ist und in der Mitte des Hohlraums liegt, zeigt die Schmelzmembran ihre helle Grenzcontour noch vollkommen scharf. Es sind dies Thatsachen, die der oben angeführten, gefälligen Hypothese Kollmann's über den Ursprung der Cuticula theils günstig, theils widersprechend sind. An einem Präparat, an welchem das Schmelzorgan gänzlich losgerissen ist, scheint es, als ob die helle, grünliche Membran (Cuticula) wirklich an den meisten Stellen von der Oberfläche der Schmelzzellen abgerissen sei, während sie an einer Strecke noch deutlich als Summe der Deckelmembranen derselben zu erkennen ist.

Dass übrigens die Cuticula hier ebensowenig, wie bei den Cyprinoiden das verhornte äussere Epithel ist, geht erstens daraus hervor, dass die vom ausgebildeten und unausgebildeten Zahn ablösbaren Häutchen einander vollkommen gleichen, dann dass man nie Bilder findet, in denen das äussere Epithel etwa vor dem Durchbruch oder während des Durchbruchs des Zahns der Oberfläche desselben unmittelbar anläge, geschweige denn aus einer Zellschicht von so minutiöser Dünne bestände, wie sie die Cuticula besitzt.

Die Schmelzbildung wird beim Hecht jedenfalls schon sehr früh vollendet. Nur die Spitze trägt eine bedeutendere Schmelzmasse, und diese erreicht, wie man sich leicht überzeugen kann, schon sehr früh ihre definitive Grösse; die längste Zeit in der Entwicklung eines Zahns wird auf die Bildung seiner untern Partie und ihrer Befestigung mit dem Knochen verwendet. Noch sehr lange nach Vollendung der Spitze findet man Reste des Schmelzorgans und zwar nicht blos des äussern Epithels; auch stark geschrumpfte Schmelzzellen ohne verfolgbare Grenzmembranen, offenbar in Zerfall begriffen, trifft man häufig an.

Zahnsäckchen.

Von der Existenz eines wirklichen Zahnsäckchens, d. h. einer differenzirten, bindegewebigen Umhüllung des Zahnkeimes überzeugt man sich am besten durch Herstellung horizontaler Längsschnitte durch die Zahnmasse des Vomer. Hier sieht man zahlreiche Zahnkeime quer oder schräg durchschnitten in kreisförmigen Hohlräumen liegen, die in Mitten des sehr lockern Bindegewebes der Mucosa, von stärkeren Faserzügen umlaufen, neben einander liegen. Diese stärkern Faserzüge gleichen völlig denen, die beim Hecht überall unmittelbar unter dem Epithelium hinziehen und sind ja auch ihrer Entwicklung nach nur Fortsetzungen der letzteren.

Entwicklung des Dentins.

Bevor wir über die beim Hecht im höchsten Grade interessante Umwandlung der jungen, die Schmelzorgananlage einstülpende Papille sprechen, sei es erlaubt zum Verständniss des Folgenden die Structur des Bindegewebes der Mucosa einer Betrachtung zu würdigen.

Das Bindegewebe der Mucosa beim Hecht zeichnet sich aus durch die ungemein starken, homogenen, deutlich aus feinen Primitivfibrillen zusammengesetzten und nach den verschiedensten Richtungen Aeste abgebenden und Anastomosen bildenden Faserbündel (Fig. 11 u. Fig. 12 Taf. XXVIII). In diesen stark glänzenden Faserbündeln selbst finden sich keine Andeutungen zelliger Elemente. Zwischen ihnen befinden sich zahlreiche, grössere oder kleinere Maschenräume, welche wieder von zahlreichen aber feinen Faserbündelchen durchzogen werden, und nur in ihnen sehen wir zellige Gebilde in grosser Zahl angehäuft.

Dieses so eigenthümliche Bindegewebe gleicht auf den ersten Blick der innern schwammigen Masse des Zahnbeins beim Hecht vollkommen; die Balken des Knochengerüstes, ebenfalls homogen und mit feiner fibrillärer Streifung versehen, scheinen den dicken Faserbündel des Bindegewebes zu entsprechen; ebenso gleichen die mit weicher Masse nnd zahlreichen Zellen erfüllten Maschenräume des Zahns denen des Bindegewebes vollkommen. Und in der That ist dies nicht blos eine äussere Aehnlichkeit. Die Zähne des Hechtes bestehen wirklich aus Nichts Anderm, als aus verkalkten Bindegewebsbündeln, wobei die Zahnkanälchen die Lücken zwischen den einzelnen Bindegewebsbündeln vorstellen. Die Entwicklungsgeschichte beweist diese auf den ersten Blick paradox erscheinende Behauptung vollkommen.

Die junge Papille ist ursprünglich eine einfache, flache Vorwölbung des oberflächlichen Bindegewebes und entspricht einem Maschenraum der Mucosa, der mit jungen, in starker Vermehrung begriffenen, mit stark glänzendem Kern versehenen Bindegewebszellen erfüllt und von einer homogenen, dünnen, stark lichtbrechenden, am Ursprung der Papille in eine Bindegewebsfaser continuirlich übergehenden Membrana propria überzogen ist. Die Homogenität der letztern besteht jedoch nur in den allerjüngsten Stadien. Sehr bald bemerkt man an Stelle der structurlosen Membran eine dickere, die deutlich aus gewöhnlichen, sehr eng an einanderliegenden, aber eigenthümlich angeordneten Bindegewebsfasern besteht. Die zu äusserst an der Peripherie der Papille, parallel ihrer Längsachse, als directe Fortsetzungen gewöhnlicher Fasern des unterliegenden Bindegewebes aufsteigen, endigen auf einer bestimmten Höhe der Papille plötzlich. Unter dieser äussersten Faserschicht, die beim Betrachten der Papille von der Oberfläche und der Seite das Bild einer aus wellig gebogenen, parallel verlaufenden Fasern zusammengesetzten Membran gewährt, verläuft eine zweite Schicht, deren Fasern erst in etwas bedeutenderer Höhe, als die der äussersten Schicht enden. Auf diese zweite Schicht folgen noch mehrere von aussen nach innen aufeinander, wobei immer die Fasern der folgenden etwas weiter hinauflaufen, als die der vorhergehenden. Nie finde ich, dass diese Fasern die ganze Wölbung der Papille umspannten. Die äussere, seitliche, in Fasern differenzirte Masse der Papille besteht sonach aus in einander geschachtelten, unregelmässigen Cylindern von Bindegewebsfasern, von denen immer der mehr nach innen liegende den ihm nach aussen benachbarten um etwas überragt.

So entsteht ein abgestumpft kegelförmiger Mantel um den weichen Inhalt der Papille, der oben, wo er offen ist, gleichfalls durch die übrigen sich anschliessenden, aber kürzeren Fasern zu einem Gewölbe geschlossen wird. Während nämlich die die seitliche Wand zusammensetzenden Fibrillen bis in das unterliegende Bindegewebe reichen und hier in gewöhnliche Bindegewebsfasern übergehen, setzen sich die das Gewölbe der Papille bildenden Fasern nicht nach unten fort, sondern scheinen direct von dem weichen Inhalt der jungen Papille auszustrahlen.

Die eben beschriebenen Fasern bilden das erste Käppchen von Dentin auf der Papille. Die Zahnkanälchen desselben steigen, den Lücken zwischen den einzelnen Fasern entsprechend, an der Seite schräg nach aussen empor, an der Spitze geradenwegs mit geringer Divergenz in die Höhe.

Jetzt treten auch schon die ersten Andeutungen elastischer Fasern auf, während man bis dahin im Innern der Papille nur homogene, glänzende Kerne in Mitten einer körnigen Protoplasmamasse fand. Zunächst erscheint ein aus äusserst feinen, homogenen Bälkchen zusammengesetztes Netzwerk, ganz dem gleichend, das ich in der Papille von Cyprinoidenzähnen beschrieben habe; aus ihm differenziren sich zuerst in der Mitte, senkrecht in der Achse der Papille bis zu dem faserigen Dentin der Spitze verlaufend und continuirlich in dieses übergehend, dickere elastische Fasern, durch feinere Fädchen unter sehr spitzen Winkeln mit einander verbunden. Sie sehen wie dünne Glasfäden aus.

Allmälig schreitet nun die Zahnanlage nach unten gegen den Knochen herab, von dem sie bis dahin durch gewöhnliches, meist sehr lockeres Bindegewebe getrennt war. Letzteres wird von der energischen

Thätigkeit im Gewebe der Papille gewissermassen angesteckt und nimmt daran Theil, bis schliesslich Alles bis zur Oberfläche des Knochens mit Bildungsgewebe erfüllt ist. Dasselbe bildet wahrscheinlich auch neue Hautknochenmasse. Die die seitlichen Theile des Dentinkäppchens bildenden, schon verkalkten und dabei theilweise zu mächtigen Bündeln mit deutlich erkennbarer Längsstreifung zusammengeschweissten Fasern weichen nach dem Knochen stellenweise auseinander, so dass in ihren Zwischenräumen grössere Mengen von Saftgewebe Platz finden; in einer bestimmten Tiefe hören sie dann auf zu verkalken (die Verkalkungsgrenze an Chromsäurepräparaten wie bei den Cyprinoiden durch breite grüne Bänder, aber ohne die halbkugeligen Vorsprünge, bezeichnet) und gehen endlich, nachdem sie eine Strecke als weiche Faserbündel zurückgelegt haben, direct in die ebenfalls aus verkalkten Faserbündeln bestehenden Hautknochen über, so dass jetzt die an ihrer ganzen Oberfläche erhärtete Papille durch continuirlich in sie und den unterliegenden Knochen sich fortsetzende, unverkalkte, zähe Fasern beweglich befestigt ist. Zu gleicher Zeit werden die oben und seitlich ebenfalls ohne jede sichtbare Grenze in die Fasermasse des Dentins übergehenden elastischen Fasern stärker und befestigen sich unten am Knochen in derselben Weise, wie oben am Zahn.

Das Innere des Zahns, bei den beweglichen Zähnen nur die obere Partie, bildet sich schliesslich in eine spongiöse Knochenmasse um, indem sich von den die Seitenwände zusammensetzenden Faserbündeln, ähnlich wie im Bindegewebe der Mucosa, grössere oder kleinere Bündel abzweigen, ein Netzwerk bilden und von aussen nach innen verkalken. Dabei kann man sehr oft die ursprüngliche Zusammensetzung der Balken der Knochenmasse aus aneinanderliegenden, oft wellig gebogenen Fasern wahrnehmen.

Die Loslösung des einen, später völlig freien Zahnrandes an den Gaumenzähnen des Hechtes, der Anfangs ebenfalls durch die beschriebenen zähen Fasern am Knochen befestigt ist, geschieht dadurch, dass die weichen Verbindungsfasern förmlich in einzelne, mehr oder weniger kubische Stücke zerfallen, die dann wahrscheinlich resorbirt werden. Ueber die specielleren Vorgänge hierbei habe ich mich genauer noch nicht unterrichten können. Ist die Loslösung des einen Randes des Zahns vollendet, so können die elastischen Fasern ihr Amt antreten: Der Zahn ist fertig. Soll der alte Zahn nachher ausfallen, so erleiden auch die weichen Fasern des mit dem Knochen verbundenen Zahnrandes eine Zerstörung; dabei lösen, wie es scheint, die elastischen Fasern zunächst immer nur ihre Verbindung mit dem Zahn, so dass schliesslich aus der etwas ausgehöhlten Mitte der ringförmigen Erhebung des Hautknochens, von der der alte Zahn sich bereits abgelöst hat, wie ein Besen ein Bündel starrer, scharf gezeichneter elastischer Fasern hervorragt. Noch später fallen auch diese und ein Theil des Knochens der Resorption anheim.

Die feste Verwachsung der Anfangs wie alle übrigen Zähne, rings durch die beschriebene Fasermasse mit dem unterliegenden Knochen verbundenen Unterkieferzähne wird einfach durch eine Verkalkung jener Fasern ohne Aenderung ihrer Structur herbeigeführt.

Das Innere des Unterkieferzahns verwandelt sich völlig in spongiöse Knochenmasse, welche in die gleiche Substanz des Hautknochens direct übergeht. Ob sich auf irgend einem Stadium der Entwicklung hier elastische Fasern bilden, habe ich nicht untersucht.

Mit dem Gedanken, dass die Zahnkanälchen wirklich nur die Lücken zwischen den verkalkten Fasern sind, werden wir eher vertraut werden, wenn wir der gewiss irrigen Vorstellung entsagen, als ob z. B. zwischen längsverlaufenden Fasern nur längsverlaufende Lücken vorhanden wären, und wenn wir ferner uns klar zu machen suchen, dass durch theilweise Verschmelzung zweier neben einander verlaufender Faserbündel zahlreich verzweigte und nach verschiedenen Richtungen hin ausstrahlende, kanalartige Lücken sehr leicht entstehen können. In dieser Hinsicht scheint mir gerade der Verlauf der Zahnkanälchen beim Hecht sehr zu Gunsten der eben besprochenen Auffassung des Hechtzahns zu sprechen, zu der uns in gleicher Weise die Entwicklungsgeschichte, die Art der Verbindung zwischen Zahn und Knochen und die schon auf den ersten Blick hervortretende Aehnlichkeit der spongiösen Masse des Zahninnern und der Hautknochen mit dem Bindegewebe der Mucosa hindrängen. Ich beschränke mich darauf aufmerksam zu machen, dass wir beim Hecht nie jene Regelmässigkeit der Anordnung der Zahnkanälchen finden, wie im Dentin ohne sichtbar faserigen Bau; wie vor allen (auf Querschnitten besonders durch Vomerzähne) die sich vielfach kreuzenden, anastomosirenden Kanälchen oft auf das deutlichste Querscheiben verkalkter Faserbündel von einander trennen.

Uebrigens ist das Vorkommen von verkalktem Bindegewebe (sog. Faserknochen), von Zügen verkalkter Bündel von Bindegewebsfasern in echtem Knochen (sog. Scharpey'sche durchbohrende Fasern) und ähnlicher Bildungen schon von verschiedenen Seiten, vor Allen von Kölliker[22] nachgewiesen, auch von demselben die grosse Bedeutung dieser Bildungen für unsere Erkenntniss des Knochengewebes betont worden. Das Bild, welches uns der Hechtzahn bietet, zeigt uns zunächst die Scharpey'schen Fasern in einem neuen interessanten Lichte, ferner den continuirlichen Uebergang von elastischen Fasern in verkalkte Faserbündel und den ebenso deutlichen Uebergang von Faserknochen in ein eigenthümliches Dentin. Endlich eröffnet es uns die Aussicht, bei einem genauern, sich auf möglichst viele verwandte Bildungen erstreckenden Studium, vielleicht die Entwicklung des im erhärteten Zustande auftretenden Bindegewebes von der einfachsten Form an, in der es bei den Wirbelthieren auftritt, bis zu seiner eigenthümlichen Ausbildung als Knochen- und Zahngewebe bei höhern Wirbelthieren durch alle Klassen derselben hindurch zu verfolgen und zugleich den physiologischen Momenten, die bei der so äusserst mannigfaltigen Anordnung der verkalkten Theile im thierischen Körper wirksam sind, auf die Spur zu kommen. Zum Schluss bemerke ich noch, dass ich auf der Oberfläche der jungen Papille beim Hecht so wenig, wie bei den Cyprinoiden, jemals eine Zellschicht in Zusammenhang mit der Schmelzmembran, noch eine solche gefunden habe, welche von den übrigen Pulpazellen im Geringsten verschieden gewesen wäre. Eine Schicht wohl differenzirter Odontoblasten kann ich überhaupt während der ganzen Entwicklung nicht finden. Uebrigens scheinen mir schon der ganze Bau und die Entwicklung des Hechtzahns, so wie beide sich mir darstellen, in jeder Hinsicht die Hypothese Leydig's zu widerlegen.

III.

Zähne anderer Teleostier.

Von den Teleostiern habe ich ausser den Cyprinoiden und Esociden folgende Familien und Arten auf die Structur ihrer Zähne untersucht.

Sclerodermi (Balistes sp.?); Muraenidae (Anguilla vulgaris); Scomberesocidae (Belone vulgaris); Salmonidae (Salmo trutta); Siluridae (Arius papillosus; Hypostomus etentaculata und eine andere Species); Pleuronectidae (Platessa flesus); Labridae (mehrere Genera und Species); Percidae (Perca fluviatilis; Acerina vulgaris; Labrax chilensis; Serranus scriba; Apogon rex Mullorum); Sparidae (Sargus Rondeletii; Chrysophrys); Squamipennes (Ephippus faber und mehrere andere Arten); Triglidae (Cottus gobio; Cottus scorpius); Trachinidae (Uranoscopus scaber; Trachinus draco); Gadidae (Lota vulgaris); Blenniidae (Blennius gattorugine); Scomberidae (Echeneis Naucrates); **Gobiidae** (Gobius niger); Taenioidae (Cepola rubescens). Die Resultate dieser Untersuchungen stelle ich, so weit sie uns hier interessiren, im Folgenden zusammen.

I. Schmelz.

a. Verbreitung des Schmlezes.

An sämmtlichen von mir untersuchten Fischzähnen habe ich echten Schmelz gefunden; wo er im ausgebildeten Zustand des Zahnes fehlt z. B. bei den Molarzähnen von Sargus und den Pharyngealzähnen von Labrus, ist er wenigstens, wie bei den Cyprinoiden, stets im Zahnsäckchen zu finden.

Der Schmelz hat fast stets eine bräunliche Färbung. Meistens ist derselbe, da die Mehrzahl der Fischzähne eine spitze, kegelförmige Gestalt hat, auf die äusserste Spitze des Dentins, welche fast stets, wie beim Hecht, als konischer Aufsatz der übrigen Dentinmasse erscheint, beschränkt, und erscheint seine Masse auf den ersten Blick sehr geringfügig. Verglichen mit dem Massenverhältniss zwischen Schmelz und Dentin bei den Säugethieren ist dagegen die Schmelzbekleidung der Fischzähne eine durchschnittlich sehr mächtige zu nennen. Bei einigen Fischzähnen, z. B. den Schneidezähnen von Sargus und den Pharyngealzähnen derselben Gattung überdeckt der Schmelz eine grössere Partie Zahnbein und ist von einer ganz eminenten Ausdehnung. Auch bei den Zähnen in den Kiefern der Panzerwelse, der Chaetodonten und von Echeneis Naucrates hat der Schmelz eine sehr bedeutende Entwicklung erreicht. Nur bei den letzterwähnten Zähnen und den Kieferzähnen von Crenilabrus pavo habe ich gefunden, dass sich von der Spitze eine dickere Lage bräunlichen Schmelzes auf die untern Partien des Zahns fortsetzte; sonst findet man durchgängig nur die äusserste dünne, unlösliche und deshalb als Cuticula isolirbare Schmelzlage auf den Zahn sich fortsetzen, bis sie in einer gewissen Tiefe sich unmerklich verliert. An Zähnen, welche eine rundlich abgestumpfte Spitze haben, z. B. den Kieferzähnen von Gunnellus vulgaris (s. Fig. 23) und den kleinen Kiemenbogenzähnen von Apogon rex Mullorum ist, wie natürlich, die Verbreitung des Schmelzes eine gleichmässigere. Eigenthümlich ist die Lage des Schmelzes an einigen auf den ersten Blick völlig gleichmässig homogen erscheinenden Kiemenbogenzähnen z. B. von Sargus Rondeletii. Nach Behandlung des Zähnchens mit Säuren löst sich ein bedeutender oberer Abschnitt des kegelförmigen Zahnes völlig auf, so dass der entkalkte Zahn ganz gerade abgeschnitten erscheint. Die geschmolzene Spitze ist der Schmelz, der intact weder vom Dentin sichtbar abgegrenzt noch seiner Structur nach von ihm verschieden ist.

b. Farbe des Schmelzes.

Dieselbe ist heller oder dunkler braun oder bräunlich gelb. Bei den meisten Fischzähnen wird somit die Spitze eine bräunliche Färbung haben; einige (Kieferzähne von Arius papillosus, der Chaetodonten, von Labrax chilensis) sehen ganz und gar bräunlich aus, was theilweise von der überdeckenden Cuticula, meistentheils aber von der gelblichen Färbung des Dentins selbst herrührt. Bei andern Fischen erscheint der Schmelz bei auffallendem Lichte glänzend weiss, z. B. an den Kieferzähnen von Crenilabrus pavo. Es scheint dies jedoch nur von einer Füllung der im Schmelz enthaltenen Poren (cf. unten) mit Luft herzuführen; in Wasser bei durchfallendem Licht ist stets die bräunliche Färbung vorhanden. Dass der Schmelz seinem ganzen Aussehen nach bei einigen Kiemenbogenzähnen dem in diesen Fällen immer glänzend weissen Dentin völlig gleicht, ist schon hervorgehoben. Es sei noch erlaubt darauf hinzuweisen, dass auch der Schmelz bei Säugethieren im unentwickelten Zustande eine bräunliche Färbung besitzt.

c. Erkennung des Schmelzes als solchen.

In sehr vielen Fällen sieht man schon äusserlich die bräunliche Spitze der Zähne durch eine oft sehr scharf hervortretende, kreisförmige Contour vom übrigen Zahn getrennt. Diese Contour entspricht der Basis des schon beschriebenen kegelförmigen Aufsatzes der Dentinmasse, auf dem der Schmelz wie ein Hütchen ruht. Oft fehlt aber auch diese Contour oder tritt sehr wenig hervor, so dass es dann, zumal wenn entweder der ganze Zahn äusserlich eine gelbe Färbung hat, oder die Farbe des Schmelzes sehr hell ist, und dabei die Zahnkanälchen bis in die äusserste Spitze vorzudringen scheinen, es nur durch Anwendung chemischer Reagentien möglich ist, die Schmelzbedeckung des Zahns zu erkennen (cf. das über den Schmelz des Hechtzahns Gesagte). Besonders bei etwas abgeplatteten Zähnen (Kieferzähne von Ephippus Faber s. Fig. 15 A und Schneidezähne von Sargus) sieht man dagegen die Schmelzkappe auf den ersten Blick sehr deutlich durch eine scharfe Contour vom Dentin abgesetzt.

Durch Anfertigung von feinen Zahnschliffen und Entfernung des Schmelzes durch Säuren erlangt man nun völlige Einsicht in die Lagerungsverhältnisse des letzteren und zugleich die Ueberzeugung, dass man es wirklich mit einer dem Säugethierschmelz homologen Bildung und nicht mit einer Art von Dentin zu thun hat.

Erstens überzeugt man sich, dass nie Zahnkanälchen vom Dentin aus in den Schmelz eindringen, wie es bei der Betrachtung der meisten intacten Zähne der Fall zu sein scheint. Die Kanälchen gehören stets dem konischen Dentinfortsatz an. Derselbe ist in vielen Fällen sehr lang und spitz, und die Schmelzbedeckung dann an der Spitze manchmal von geringerer Dicke als an den Seiten desselben. Auch eine fein ausgezogene Fortsetzung der Pulpahöhle dringt oft bis in die Spitze des konischen Aufsatzes ein, ja sie kann denselben durchbohren, so dass der Schmelz an der Spitze unmittelbar auf der weichen Pulpamasse ruht. So ist es der Fall bei den eigenthümlich geformten Zähnen auf den Kiefern der Panzerwelse. Etwas Eigenthümliches bieten auch die Zähne von Cottus scorpius (Fig. 16 B). Hier bildet die untere Dentinmasse durch Erhebung ihrer Ränder über die Basalebene des kegelförmigen Aufsatzes eine diesen rings umgebende Rinne, die von Schmelz ausgefüllt wird. Geringer entwickelt findet sich diese Rinne noch bei andern Fischen.

d. Structur des Schmelzes.

Der Schmelz ist entweder für die stärksten Vergrösserungen noch völlig homogen (kleine Kiemenbogenzähne), oder erscheint durchzogen von Fasern, welche die verschiedensten Grade der Feinheit zeigen und in ihrem Verlauf und ihrer mannigfaltigen Verzweigung oft Zahnkanälchen täuschend gleichen. Am Schmelz mancher Zähne ist diese Structur schon bei Betrachtung des intacten Zahnes in durchfallendem Lichte deutlich zu erkennen, so an den Kieferzähnen von Crenilabrus pavo und in ausgezeichneter Klarheit an den Kieferzähnen der Chaetodonten; auch bei den Schneidezähnen von Sargus. An andern Zähnen sieht man die feine Faserung des Schmelzes jedoch nur, wenn man sehr dünne Zahnschliffe mit starken Vergrösserungen betrachtet. Die Anfertigung solcher Schliffe, die zum genauen Erkennen der feinern Verhältnisse durchaus nothwendig ist, von meist so ungeheuer kleinen Zähnen ist aber ein äusserst schwieriges Ding, und ist es mir deshalb bis jetzt noch nicht gelungen, vollkommene Klarheit in unsere Kenntniss von der Structur des Schmelzes zu bringen. Nur soviel lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit vermuthen, dass die Fasern des Schmelzes der Fischzähne, die Owen als kalkhaltige Röhren auffasste und den Prismen des Säugethierschmelzes verglich, Nichts sind, als von organischer Substanz erfüllte, auch wohl nach Zerstörung derselben leere Spalten zwischen den harten Theilen des Schmelzes. So wurden die Fasern, wie oben auseinandergesetzt, auch von Retzius aufgefasst, und die eigenthümliche Structur des Schmelzrückstandes bei den Cyprinoiden spricht sehr zu Gunsten dieser Annahme; ebenso die Beobachtung von Retzius, dass auch im Säugethierschmelz gelegentlich zwischen den

Schmelzprismen Spalten vorkommen, ja dass solche durch Anwendung von Kalilauge hervorgerufen werden können. Denken wir uns die Fasern des Schmelzes an gewissen Puncten, vielleicht nach Zerstörung der Cuticula, an die Oberfläche treten, die sie bildende organische Substanz zerstört werden, vielleicht auch einen Theil des Schmelzes der Vernichtung anheimfallend, so würde uns erklärlich, wie es kommt, dass sehr viele Fischzähne im Schmelz eine Menge entweder nur durch das Eindringen von Luft oder schon durch ihre Grösse erkennbarer, in den verschiedensten Richtungen verlaufender Poren besitzen. Letzteres, die Grösse der Poren, ist mir besonders an dem sehr mächtig entwickelten Schmelz der Pharyngealzähne von Sargus aufgefallen.

e. Das Verhalten des Schmelzes gegen Säuren.

Bei allen von mir untersuchten Fischzähnen zeigt die äussere Schicht des Schmelzes, die ich in den meisten Fällen, ebenso wie beim Hecht, auf die untere Zahnpartie sich fortsetzen sah, insofern ein vom übrigen Schmelz verschiedenes Verhalten, als sie selbst in concentrirten Säuren völlig unlöslich ist: Cuticula. Sie isolirt sich übrigens schon bei Anwendung ganz schwacher Säuren. An den Schlundzähnen von Arius papillosus gelang es mir durch Einwirkung von c. 30% Salzsäurelösung unter möglichster Vermeidung aller mechanischen Insulte den Schmelz unter der Cuticula so aufzulösen, dass die letztere vollständig die frühern Umrisse der Schmelzkappe bewahrte. Meistens schrumpft indess die Cuticula zu einem vielfach gefalteten, zarten Häutchen (s. Fig. 15 B) zusammen, das nicht immer homogen, sondern sehr häufig feinkörnig erscheint, oft mit einzelnen hellen, grünlichen Puncten besät; an den Schlundzähnen des eben genannten Fisches erschienen in der sonst homogenen oder hier und da körnigen Membran einige grünlich glänzende Streifen. Auch eine sehr feine Streifung senkrecht zur Oberfläche (Andeutung von Porenkanälen? cf. Sirena, der Aehnliches an der Cuticula der Zähne von Lacerta agilis beobachtete) ward hier beobachtet.

Der Modus der Entkalkung des vollkommen ausgebildeten Zahnes und der Auflösung des Schmelzes ist im Allgemeinen folgender:

Welche Säure und in welcher Verdünnung man dieselbe auch immer anwenden mag, stets trifft die Entziehung der Metallsalze zunächst die eigentliche Dentinsubstanz, was man an der eintretenden Aenderung des Lichtbrechungsvermögens erkennt. Der Schmelz wird stets erst später angegriffen, oft erst nachdem sämmtliches Dentin entkalkt ist; schwache Säurelösungen, die das letztere in ein paar Minuten entkalken, wirken auf ihn erst nach Verlauf mehrerer Stunden auflösend ein. Bei der Entkalkung des Dentins bilden sich Kohlensäurebläschen, welche die die Seitenflächen des Zahns überziehende Cuticula aufblähen und endlich zerreissen, so dass dieselbe hier stets nur in einzelnen Fetzen isolirbar ist. Gewöhnlich erscheint die mit Schmelz bedeckte Spitze, wenn die Säure sie noch nicht angegriffen hat, von dem noch unverkalkten, stärker lichtbrechendem Dentin wie durch einen Hals abgesetzt, so dass man dann deutlich ihre Ausdehnung erkennt. Die Auflösung des Schmelzes ist niemals von einer Gasbläschenbildung begleitet; in demselben befindet sich also jedenfalls keine erhebliche Menge kohlensauren Kalkes. Gegen verschiedene Säuren zeigt der Schmelz eine verschiedene Resistenzfähigkeit; so fand ich bei mehren Zähnen, dass concentrirte Salzsäure den Schmelz sehr schnell, conc. Salpetersäure dagegen nur sehr langsam auflöst.

Der Auflösungsprocess des Schmelzes gleicht ganz dem eines Stückchen Zuckers in Wasser. Er nimmt ein löcheriges und schwammiges Aussehen an, indem manche wie aus einzelnen Schuppen bestehende vereinzelte Partien sich schneller auflösen, als andere, und verwandelt sich dann in ein Gerüst durchlöcherter Balken. Schliesslich zerfällt die ganze Masse in einzelne Kügelchen, die immer kleiner werdend allmälig ganz verschwinden. Nicht selten ist dieses Schmelzen mit einer zitternden Bewegung der kleinen Moleküle verbunden, die zumal bei Anwendung saurerer Lösungen so heftig werden kann, dass die Cuticula zerreisst und die kleinen schmelzenden Partikelchen in einzelnen Strömen heraustreten. Bei Crenilabrus pavo sah ich deutlich, wie die in senkrecht zur Oberfläche desselben geneigten Säulchen angeordneten Theilchen des Schmelzes auch ganz regelmässig in der Richtung derselben abschmolzen.

Meistens scheint sich der Schmelz bis auf die Cuticula völlig aufzulösen; in einigen Fällen konnte ich jedoch als Residuum desselben noch neben der Cuticula eine feine, häutig-körnige Masse entdecken, die aber, wie der beim Hecht beschriebene Rückstand, auch bei den stärksten Vergrösserungen keine weitere Structur erkennen liess.

Aus dem Zahnsäckchen genommene, noch unentwickelte Zähne zeigten bei Behandlung mit Säuren gleichfalls die beschriebenen Reactionen. Ich kann nicht sagen, ob bei allen unentwickelten Zähnen, die ich untersuchte, der Schmelz schon völlig ausgebildet war; ich bezweifle es jedoch, obwohl es überall, wie auch beim Hecht, Regel zu sein scheint, dass die Schmelzspitze zu allererst von allen Theilen des Zahns sich entwickelt und schon sehr früh völlig ausgebildet ist. Dass der Schmelz verhältnissmässig so schwer von Säuren angegriffen wird, mag zum Theil darin seinen Grund haben, dass wegen der Unlöslichkeit der wahrscheinlich mit sehr feinen Poren versehenen Cuticula der Säure der Zutritt zum löslichen Schmelz schwerer gemacht ist, als zum Dentin. Denn, wenn auch dieses theilweise von einer Cuticula überzogen ist, so bietet doch die unterste unbedeckte Partie des Zahns und die ganze Oberfläche der Pulpa der Säure zahlreiche directe Angriffspuncte.

f. Das Schmelzorgan und die Entwicklung des Schmelzes.

Dass die Bildung des Schmelzes, von dessen allgemeiner Verbreitung auf den Zähnen der Knochenfische, wir uns, wie ich glaube, hinreichend überzeugt haben, auch von einer eigenthümlichen, von Schleimhautepithel abstammenden Zellschicht, der Schmelzmembran, ausgeht, davon überzeugen uns die Beobachtungen, die ich an mehreren Species unter den vorhin genannten durch Herstellung von Schnittpräparaten gemacht und nehmen uns den letzten Zweifel an der echten Schmelznatur der beschriebenen Substanz.

Bei Sargus Rondeletii, Perca fluviatilis, Acerina vulgaris, Platessa flesus, Salmo fario finde ich ein Schmelzorgan, das in Bau und Entwicklung vollkommen mit dem bei Cyprinoiden und Esox beschriebenen übereinstimmt. Die Fig. 17, 18, 19, 20 Taf. XXVIII zeigen dies auf den ersten Blick. Ich mache deshalb nur auf einige Puncte aufmerksam, welche erstens die verschiedene Ausbildung des Zahnsäckchens und zweitens die Abhängigkeit der gebildeten Schmelzmasse von der Grösse der erzeugenden Zellen betreffen. Vorher muss ich nur noch ein paar Worte über Membranen der Zellen und ihre Kerne sagen.

Seiten- und Deckelmembranen der Schmelzzellen oder besser scharfe Grenzcontouren zwischen den einzelnen Zellen, der Schmelzmembran und der Papille und zwischen ersterer und dem äussern Epithel lassen sich in den meisten Fällen auch bei den zartesten Zellen deutlich nachweisen, nur an den Zellen des Schmelzorgans von Salmo fario (Embryo) traten sie selbst bei starker Vergrösserung und scharfer Einstellung an vielen Stellen nur undeutlich hervor; stets deutlich ist jedoch die scharfe Abgrenzung des Schmelzorgans gegen die Papille. Kerne der Zellen lassen sich in den oft äusserst dünnen fadenförmigen Schmelzzellen nicht immer nachweisen. Sehr deutlich finde ich sowohl in den Zellen des äussern Epithels als auch der Schmelzmembran bei Platessa flesus (sehr junges Individuum) und Salmo fario grosse ovale oder rundliche, häufig doppelt contourirte Kerne mit kleinen Kernkörperchen. — Das äussere Epithel habe ich bei allen genannten Species stets einschichtig gefunden.

Ad I der oben genannten Puncte ist es begreiflich, dass dort, wo auf den Skelettheilen die äussere weiche Umkleidung (Periost + Mucosa) sehr dünn ist, eine vollkommene Einbettung der Zahnanlage in das Bindegewebe nicht stattfindet. Doch ragt das Schmelzorgan auch hier fast stets noch als Zapfen in das unterliegende Bindegewebe hinein, und findet sich dann auch immer ein äusseres Epithel (Fig. 19 und 20). Diese unvollkommene Ausbildung des Zahnsäckchens findet sich auf Kiemenbögen vorzüglich an den Seiten derselben und bei Embryonen auch an Kiefertheilen etc. Uebrigens kommt es auch vor, dass bei bedeutender Dicke der Mucosa dennoch kein vollständig entwickeltes Zahnsäckchen sich findet. Hierzu geben die Kiemenbögen des Hechtes ein Beispiel. Fig. 17 giebt eine sehr hübsche Vorstellung von der Entwicklung der Ersatzzähne der beiden auf der Firste des Kiemenbogens gegeneinandergeneigten grossen Zähne. Auf der rechten Seite sehen wir die allererste Anlage des Schmelzorgans; auf der linken dasselbe weiter entwickelt und schon von der zelligen Papille eingestülpt.

Mit dieser einzigen Ausnahme ist es mir sonst sehr evident geworden, dass überall das Streben vorhanden ist, soweit es irgend möglich, die Zahnanlage vom Epithel abzuschliessen, wodurch die Zufuhr von Bildungsstoffen erleichtert, und das überaus zarte Schmelzorgan möglichst geschützt wird. An den Kiefern von Platessa flesus scheint auf den ersten Blick der fast parallel zur Schleimhautoberfläche liegende Zahnkeim an einem grossen Theil seiner äussern Fläche in unmittelbarer Verbindung mit dem Epithel zu sein. Färbt man aber einen dünnen Schnitt mit Anilinblau, welches das Epithel grünlich, Bindegewebsfasern dagegen tief blau tingirt und wegen dieser Eigenschaft zur Erkennung der Grenzen dieser beiden Gewebe sehr erfolgreich angewandt werden kann, so sieht man Folgendes. Auch die äussere Fläche des Zahnkeims bis auf eine kleine untere Partie ist vollständig von einer sehr feinen, tiefblauen Grenze, offenbar Bindegewebe, umgeben. So bald an irgend einer Stelle der bindegewebige Theil der Mucosa an Dicke gewinnt, und die Schmelzzellen bedeutendere Dimensionen haben, tritt stets bis auf einen kleinen zelligen Verbindungsstrang eine völlige Umschliessung der Zahnanlage ein.

Ad Punkt II, so finde ich überall, dass, wo eine relativ grosse Schmelzmasse gebildet wird, die erzeugenden Zellen stets eine bedeutende Länge und sehr ausgeprägte cylindrische oder fadenförmige Gestalt besitzen. An den Kiemenbogenzähnen des Barsches und den kleinen Kieferzähnen des Forellenembryo, die ein sehr minutiöses Schmelzhütchen tragen, übertrifft die Grösse der Schmelzzellen die der Zellen des äussern Epithels nur um ein Geringes, oft um Nichts; dabei sind die Zellen mehr in der Breite entwickelt, oft cubisch. Ist dagegen das

Schmelzhütchen ein sehr grosses, wie an allen Zähnen von Acerina vulgaris und den Kieferzähnen von Platessa, da können die Schmelzzellen Dimensionen erreichen, die jene der Schmelzzellen bei Cyprinoiden relativ ganz bedeutend übertreffen. S. Fig. 20 und 21 a.

Da, wie erwähnt, der Schmelz durchschnittlich schon sehr früh seine definitive Ausbildung erreicht, so trifft man auf Längsschnitten Zahnkeime, wo Schmelz + Schmelzorgan in der grossen Achse desselben einen viel grössern Raum einnehmen, als die Papille mit ihrem Dentinbeleg. Ja die Dicke des Schmelzorgans kann so gross sein, dass sie der Höhe des Zahns mit fast ausgebildetem Schmelzhütchen vollkommen gleicht. (Ich muss hier bemerken, dass man Kiemenbögen und die Kiefertheile kleinerer Fische oft völlig entkalken kann, ohne dass der Schmelz aufgelöst wird. Das Erstere ist der Fall bei den Kiemenbogenzähnen von Acerina vulgaris (Fig. 20); das Letztere bei den Kieferzähnen von Platessa flesus.)

g. Bildung des Schmelzes.

Ueber die Art der Betheiligung der Schmelzzellen am Aufbau des Schmelzes haben mich die an genannten Fischen gemachten Beobachtungen nicht völlig belehrt. Die Erscheinung, dass die Schmelzzellen, wenn der Schmelz schon theilweise gebildet war, in der Richtung der grössten Dimension des letztern, also an der Spitze verkürzt erscheinen, finde ich ganz wie beim Hecht auch an den meisten, aber keineswegs allen Zahnkeimen von Platessa flesus, bei einigen von Salmo fario; aber keine Spur davon beim Barsch und Acerina.

An mehreren Schnitten, wo der Schmelz aufgelöst ist, hat sich die sehr starke Cuticula erhalten und die Form der Schmelzspitze bewahrt. Die Schmelzzellen liegen ihr aber in diesem Falle nicht unmittelbar an, sondern es bleibt meist ein grösserer Raum zwischen ihnen und der Cuticula frei; sie haben dabei auch öfter eine selbständige, sehr scharf gezeichnete Begrenzung. Nach unten jedoch, wo die Schmelzzellen dem Zahn enger anliegen, vereinigt sich die Cuticula mit der äussern Begrenzung der Schmelzzellen zu einem einzigen Häutchen. Diese Erscheinung scheint mir darauf hinzudeuten, dass, wie ich schon bei den Cyprinoiden erwähnte, nicht Alles als Deckelmembranen der Schmelzzellen aufgefasst werden kann, was wir von der Oberfläche eines noch im Säckchen befindlichen Zahnes isoliren können.

An einem Zahnkeim des Zwischenkiefers von Acerina, wo ebenfalls der Schmelz aufgelöst ist, zeigte die Schmelzmembran an ihrer freien Fläche einen sehr dicken Cuticularsaum mit einer feinen senkrechten Streifung (Poren?).

II. Dentin.

a. Bau.

Ueber den das Schmelzhütchen tragenden kegelförmigen Aufsatz des Zahnes vergl. oben. Bei einigen Fischen, z. B. Salmo fario, ist der Zahn unterhalb desselben kolbig aufgetrieben.

Die meisten Zähne, die ich untersuchte, lassen hinsichtlich ihrer Structur sich zwar in die oben wiedergegebenen Kategorien Owen's einreihen; allein die eigenthümliche Structur und Entwicklung des Hechtzahns, sowie die ähnliche zahlreicher anderer, selbst solcher Zähne, die nur einen einzigen grossen Pulparaum besitzen, verbietet, wie wir sehen werden, eine solche einfache Einreihung, wenn auch unsere Kenntnisse über den Bau und die Entwicklung des Bindegewebes noch zu gering sind, um eine neue, werthvollere Eintheilung, wie aller verkalkten Formen des Bindegewebes, so auch der Zähne speciell zu geben.

Fast alle Zähne der von mir untersuchten Fischarten sind mehr oder minder beweglich auf dem unterliegenden Knochen; alle ohne Ausnahme auf jüngern Stadien völlig frei. Die Verbindung, die zugleich eine Beweglichkeit ermöglicht, wird, ähnlich wie beim Hecht, hergestellt durch Bindegewebsfasern, welche sowohl in die Substanz des Zahnes, als auch die des Knochens continuirlich übergehen. Die spätere Unbeweglichkeit des Zahns auf dem Knochen, die bei manchen Fischen eintritt, wird wohl meistens auf dieselbe Weise erzielt, wie bei Esox, durch einfaches Verkalken der Fasern. Elastische Elemente kommen bei manchen Zähnen ebenfalls im Innern derselben vor; nicht selten ist das untere Ende des auf einem cylindrischen, hohlen Knochenfortsatz befestigten Zahnes unten zugespitzt und in die Höhle des Knochenfortsatzes eingesenkt; es entsteht so ein echtes Gelenk zwischen Zahn und Knochen (cf. Fig. 31 Taf. XXIX).

Sämmtliche Zähne nun [1]), die diese Faserverbindung mit dem Knochen zu irgend einer Zeit ihres Lebens besitzen, zeigen in jüngern Stadien ihrer Entwicklung, wie der erste Blick auf einen aus seinem Säckchen genommenen Zahnkeim beweist, dieselbe Erscheinung, die wir beim Hecht beobachteten, nämlich eine directe Betheiligung der Fortsetzungen dieser Bindegewebsfasern an dem Aufbau des Dentins, indem ich durch innige Aneinanderlagerung derselben die Zahnmasse zusammensetzt. Dass der Zahn auf diese Weise gebildet worden, davon sieht man allerdings bei ausgebildeten Zähnen mancher Fische Nichts mehr; allein bei der grossen Mehrzahl der von mir untersuchten Fischzähne weist schon ein dem ausgebildeten Zahn eigenthümliches, ganz oberflächliches Structurverhältniss deutlich darauf hin. Die Oberfläche des Dentins zeigt nämlich eine verschiedengradig feine Cannelirung, die sich manchmal bis zur Spitze, meist nur bis zur Mitte des Zahns erstreckt und nach oben allmälig verschwindet. Dass es sich hier wirklich um eine Abwechslung parallel neben einander hinlaufender sehr feiner Riefen und Rillen handelt, und dass auch die den Zahn überkleidende Cuticula diesen Unebenheiten sich anschmiegt, lehrt uns die einfache Erscheinung, dass beim Einschluss des intacten Zahnes in dickes Glycerin die Luft sich ebenso wie in den Pulparäumen und den Poren des Schmelzes so auch in den feinen Rillen der Oberfläche des Zahns fängt, und die letztere bei auffallendem Lichte das Bild ziemlich parallel verlaufender, abwechselnd weisser und schwarzer Linien zeigt (s. Fig. 15 A). Die erhabenen Riefen dieser Cannelirung setzen sich nun stets continuirlich in die Verbindungsfasern fort, und sehr oft erscheint beim Uebergang der Fasern in den Knochen die Cannelirung an diesen wieder (Kieferzähne von Cottus scorpius Fig. 16 B). Die Rillen und Riefen sind übrigens durchaus nicht immer parallel; sie können sich öfter verästeln und wieder anastomosiren. Dass sie nicht etwa blos der Cuticula angehören, sondern wirklich dem Dentin, beweist ihre Persistenz am entkalkten Zahn. Während viele mit solcher Cannelirung versehenen Zähne einen faserigen Bau des Dentins nur in den oberflächlichen Schichten am entwickelten Zahn erkennen lassen, bestehen andere aus zu jeder Zeit isolirbaren und die ganze Dentinmasse zusammensetzenden Fasern. Sprengt man zum Beispiel von dem intacten Zahn eines Chaetodonten ein Stückchen ab, so sieht man sofort, dass der Zahn in seiner ganzen Masse aus feinen, dicht aneinanderliegenden, verkalkten, mehr oder weniger der Längsachse desselben parallel laufenden Fäserchen besteht. Entkalkt man einen solchen Zahn, so kann man vom Dentin eine nach der andern, aus mit der Nadel isolirbaren Fasern zusammengesetzte, Lage abtragen.

---

[1]) Nur bei den Cyprinoiden scheint eine solche Faserverbindung zu keiner Zeit vorzukommen. Gleichwohl fehlen Andeutungen einer solchen nicht, wie die längsgestreifte Knochensubstanz der Wurzel auf der rechten Seite der Fig. 3 beweist.

Sehr viele derjenigen Zähne, welche zu irgend einer Zeit ihrer Entwicklung mit dem Knochen durch Fasern verbunden waren, zeigen einen mehr oder minder grossen Theil ihrer Masse sehr dicht, nur von höchst feinen Zahnkanälchen durchzogen oder völlig homogen und glänzend (Vitrodentine Owen). Diese unterschiedene Masse befindet sich stets in den äussern Partien des Zahns und verliert allmälig nach innen zu ihren specifischen Character, so dass dadurch, wie z. B. beim Hecht, die Erscheinung hervorgerufen wird, als bekleide den Zahn eine homogene oder feinstreifige, sehr stark lichtbrechende Schmelzlage. In der That ist das Vitrodentin auch von vielen Forschern als Schmelz beschrieben worden (cf. das oben über die äusserste dünne Dentinlage der Cyprinoidenzähne Gesagte). Bei kleinern Zähnen mit einfacher Pulpahöhle nimmt das Vitrodentin eine relativ weit grössere Ausdehnung an, so dass die Zähne oft bis auf einen Büschel Zahnkanälchen an der Spitze vollkommen homogen erscheinen. Jede Andeutung von Zahnkanälchen vermisse ich bei den kleinen Zähnchen auf den Kiemenbögen vieler Fische, die ich wegen der Befestigung durch Fasern ihrer Structur und Entwicklung nach den Zähnen des Hechtes und verwandten zurechne. An den im intacten Zustand völlig homogen erscheinenden Kiemenbogenzähnen von Gunnellus vulgaris bemerkt man nach der Erkalkung derselben eine schwache, aus parallelen, abwechselnd hellen und dunklen Linien bestehende Längsstreifung; vielleicht deutet dies auf eine Zusammensetzung des Zahnes aus feinen Fasern hin.

Pulpahöhle; Zahnkanälchen; Contourlinien.

Hierüber habe ich keine ausgedehnteren Untersuchungen gemacht und muss mich mit der Anführung einiger interessanter und theilweise sehr beachtenswerther Einzelheiten begnügen.

Während in vielen Zähnen der Pulparaum durch ein Netzwerk von kleinen haversischen Kanälchen oder besser Maschenräumen des Bindegewebes vergleichbaren Hohlräumen gebildet wird (Esox, Sphyraena, Labrax), finden wir bei andern in der untern Partie des Zahns bereits eine grössere Pulpahöhle. Diese kann allmälig sich so ausdehnen, dass die Ueberreste des Kanalnetzwerkes nur noch als einzelne schlingenförmige oder blindgeschlossene enge Kanäle, von der Pulpa ausgehend, erscheinen. Wir erhalten so eine der interessantesten Formen der Pulpa, die bei Fischen vorkommt. Die Kieferzähne von Ephippus faber (Fig. 15) zeigen dieselbe sehr schön ausgebildet. Die Reduction dieser Pulpaausläufer kann aber noch weiter gehen, so dass schliesslich ausser einem von der Spitze der Pulpa in die Spitze des Zahns laufenden, engen Kanal nur noch allseitig blind geschlossene, mit der Pulpa in keiner Verbindung mehr stehende Hohlräume von der verschiedensten Form sich im Zahnbein vorfinden; sie unterscheiden sich im rudimentärsten Zustand durchaus nicht von den kleinen, im festesten Dentin vorkommenden Höhlungen, die ich bei Cyprinoidenzähnen beschrieben und als verschmolzene Zahnkanälchen oder Knochenkörperchen betrachtete. Dergleichen Höhlungen finde ich immer mit einer körnigen Masse erfüllt.

Der Verlauf der Zahnkanälchen, der nur in den Zähnen, die einzig aus echtem Dentin bestehen, eine in die Augen fallende Regelmässigkeit zeigt und jedenfalls stets in gesetzmässigem Zusammenhang mit der Stärke und der Richtung des Druckes steht, dem der Zahn und das ihn tragende Skeletstück ausgesetzt sind, ist bei den einzelnen Zähnen sehr verschieden. In seinen allgemeinen Zügen schliesst sich derselbe überall dem bei den Cyprinoidenzähnen beschriebenen an. An der Basis des Zahnes verlaufen die Kanälchen am unregelmässigsten, in den verschiedensten Abständen von einander und mit verschieden starken Biegungen und Schlängelungen; sehr oft, besonders bei kleinern Zähnen, die Peripherie des Zahnes nicht erreichend. Nach oben zu wird die Verlaufsrichtung mehr senkrecht gegen die Oberfläche des Zahns, das Verhalten aller Kanälchen mehr gleichartig, und an der Spitze finden wir stets die Kanälchen mit leichter Divergenz, zahlreichen, aber sehr feinen Schlängelungen und zarten Queranastomosen von dem Pulpaende büschelförmig ausstrahlen. Andeutungen von Schlingen der Zahnkanälchen in der Mitte des Zahns beobachtete ich an den Kieferzähnen von Anguilla vulgaris. Untrüglich überzeugt habe ich mich von dem Vorhandensein zierlicher Schlingen der Kanälchen an den Zähnen der oberen Schlundknochen von Arius papillosus. Im mittleren Theil des Zahns finden sich hier nur in unmittelbarer Umgebung der Pulpa Kanälchen; der grösste Theil des Dentins ist völlig ohne Hohlräume Da die Kanälchen von der Pulpa in weiten Abständen und nach den verschiedensten Richtungen geschwungen abgehen, so gewähren sie einen überaus zierlichen Anblick. Einige der Kanälchen scheinen allmälig blind zu endigen; andere biegen deutlich in einem meist flachen Bogen um und münden an einer entferntern Stelle wieder in die Pulpa ein. Diese letztere Stelle kann von dem Ausgangspunct des Zahnkanälchens so weit entfernt sein, dass zwischen beiden mehrere andere Kanälchen ihren Ursprung nehmen. Die eine Schlinge kann über oder unter der andern verlaufen, wie ein halber Tonnenreif, der über einen andern kreuzweise hinübergespannt ist. Auch scheint es vorzukommen, dass eine Schlinge durch die andere hindurchgeht. Wahrscheinlich bilden auch die scheinbar blind endigenden Kanälchen Schlingen.

Hohlräume ganz anderer Art, wie die besprochenen, sind die sog. Interglobularräume. Die Natur derselben und die Art ihrer Entstehung habe ich schon in dem Abschnitt über den Kauapparat der Cyprinoiden besprochen. Die Erkennung derselben und ihre Unterscheidung von sonstigen kleinen Hohlräumen im Zahnbein der Fische ist sehr schwierig und oft geradezu unmöglich, weil die characteristische Begrenzung durch halbkugelförmige Vorsprünge wegen der Kleinheit derselben ganz unkenntlich wird. Für einen sehr grossen Interglobularraum halte ich einen oberhalb der Spitze der Pulpa im Dentin der Kieferzähne des Aals liegenden Hohlraum, der nach oben durch eine convexe, nach unten durch eine concave Linie begrenzt wird. Die in einem Büschel von der Pulpaspitze auslaufenden Zahnkanälchen scheinen ihn theilweise zu durchsetzen, an seiner obern Grenze gehen sie in ihrer alten Richtung bis zur Oberfläche des Dentins weiter. Der Raum ist mit einer körnigen Masse erfüllt. Für Interglobularräume halte ich ferner auch eigenthümlich regelmässige Linien im Zahnbein mancher Fische, insbesondere der Kieferzähne von Cottus scorpius (Fig. 16 Taf. XXVIII) und Gunnellus vulgaris (Fig. 23 Taf. XXIX), die dem Zahn ein sehr sonderbares Ansehn geben. Diese Zähne zeigen in Zusammenhang mit diesen Linien oder besser Streifen noch eine andere interessante Erscheinung. Die Pulpa derselben scheint nämlich aus zwei differenten Theilen zusammengesetzt, einem äussern fein körnigen (*a*) und einem von diesem bis unten hin umhüllten und in die Markhöhle des unterliegenden Knochens sich fortsetzenden, gelben, fetthaltigen Theil (*b*). Bei den Zähnen von Cottus scorpius verlängert sich der feinkörnige Theil bis weit in die Spitze des Zahns hinein, und von seinem äussersten Ende geht ein kleines Büschel feiner Zahnkanälchen aus. Das Dentin bei diesen Zähnen hat nun etwa folgenden Bau. Eine äussere Mantelschicht, die etwas unter der Basis des Schmelzhütchens ausläuft, erscheint ohne Zahnkanälchen, oben undeutlich, nach unten deutlicher in ganzer Masse aus Fasern, die in die weichen Verbindungsfasern übergehen, bestehend und mit feiner Längscannelirung auf der äussern Fläche; nach unten nimmt die Dicke dieses Mantels zu, der im Uebrigen durch sein starkes Lichtbrechungsvermögen dem Vitrodentin des Hechtzahns völlig gleicht. Die innere Masse des Dentins hat die Gestalt einer Düte, deren Spitze die Spitze des kegelförmigen Aufsatzes ist, die rings vom homogenen Dentinmantel umgeben, und deren Inneres mit den beiden verschiedenen Pulpatheilen erfüllt ist. Betrachtet man den Zahn nun im intacten Zustande bei durchfallendem Licht, so zeigt sich die im optischen Längsschnitt als Gabel erscheinende Düte wiederum zusammengesetzt gleichsam aus lauter einzelnen, homogenen, aus verkalkter Masse bestehenden und mit stark umgebogener Krempe versehenen Hüten, die übereinandergestülpt in der Mitte von der Pulpa durchbohrt sind. Diese Hüte, die somit im optischen Längsschnitt, in welcher Ebene derselbe auch geführt sein mag, stets das in Fig. 16 *A* wiedergegebene Bild bieten, sind von einander getrennt durch die erwähnten, feinkörnigen Lagen, die in ihrer Structur der feinkörnigen Masse des obern Pulpatheils vollkommen gleichen und mit dieser in directer Verbindung stehen. Die compacte Spitze der Düte besteht aus undurchbohrten, in der Mitte sehr flachen Hüten, deren Grenzen aber allmälig verschwinden. Bei Gunnellus vulgaris sind die Verhältnisse im Allgemeinen ganz so wie bei Cottus scorpius, nur fehlt hier der äussere homogene Dentinmantel, und die ganze Masse des Zahns ist aus übereinandergestülpten, homogenen Hüten zusammengesetzt. Hier wird es jedoch deutlich, dass der sog. körnige Theil der Pulpa nicht dieser, sondern der Zahnmasse selbst angehört. Unten nämlich, wo derselbe endet, biegt er nach aussen um und setzt sich den übrigen körnigen Zwischenlagen fast parallel, schräg aufsteigend, bis zum Rande des Zahns fort. Dadurch wird die untere Zahnmasse, die deutlich aus Fasern zusammengesetzt ist, continuirlich in die weiche faserige Verbindungsmasse mit dem Knochen übergeht und eine weiche Consistenz zu besitzen scheint, von der übrigen Dentinmasse und diese von der Pulpa durch eine continuirliche Lage körniger Masse getrennt.

Vergleicht man die beschriebenen Bildungen im optischen Längsschnitt mit dem Fig. 10 von einem Zahnkeim von Tinca vulgaris dargestellten Verkalkungsband, so wird man, wenn man sich an das oben Gesagte erinnert, den Schluss gerechtfertigt finden, dass jene körnigen Massen höchst wahrscheinlich aus Interglobularsubstanz bestehen.

b. Entwicklung.

Die kleinen Zellen, die die Zahnpapille auf ihren jüngsten Stadien ausschliesslich zusammensetzen, zeigen nicht die geringste Aehnlichkeit mit den zu dieser Zeit schon deutlich cylindrischen und regelmässig geordneten Schmelzzellen (Fig. 17, 18, 19, 20), sie gleichen im Gegentheil, besonders was die Reaction gegen Färbemittel betrifft, den in der Nähe liegenden gewöhnlichen Bindegewebszellen vollständig. Bald nehmen sie jedoch andere Eigenschaften an. Zunächst concentriren sie sich zu einem gegen das unterliegende Bindegewebe meist durch eine nach unten convexe Bogenlinie (Fig. 18) scharf abgeschlossenem Häufchen, das sich vergrössernd, nach Bildung der ersten, zarten Dentinscherbe bei den Keimen der meist kleinen von mir untersuchten Zähne eine sehr regelmässige Anordnung seiner Zellen zeigt. Dieselben werden, während sie im obersten Theil der Papille einfach rund sind, nach unten zu länglich und laufen meistens von der Achse der Papille aus in der Richtung nach oben gegen die innere Fläche des Dentins radienartig auseinander (Fig. 20). Dabei kann in der Achse der Papille im untern Theil derselben ein meist von faserartigen Gebilden erfüllter Raum übrig bleiben. Sehr interessant zu beachten ist (sehr deutlich an den Zähnen des Forellenembryo), dass von dem homogenen Dentin aus zwischen die schräg nach oben gerichteten und etwas bogenförmig gekrümmten Zellen feine homogene Fasern sich hinein erstrecken, die Begrenzung der einzelnen Zellen bildend, und dass eigentlich die ganze Masse des schon gebildeten Dentinkäppchens an den Seiten der Papille aus solchen zu einer homogenen Masse fest verkitteten Fasern zusammengesetzt ist.

Auf diesem Stadium der regelmässigen Anordnung der länglichen, oft cylindrisch fadenförmigen Pulpazellen gleichen dieselben oft im höchsten Grade den Schmelzzellen, besonders an den Präparaten, die ich mit Anilinblau gefärbt habe. Diese Tinktur färbt die Pulpazellen (Odontoblasten) ebenso grünlich, wie die Schmelz- und gewöhnlichen Epithelzellen. Dazu kommt häufig der Umstand, dass die Masse der Pulpazellen, wie schon erwähnt, durch eine ziemlich scharfe, nach unten convexe Grenze von gewöhnlichem Bindegewebe getrennt ist (Fig. 20), und dass diese Grenze in die Wand des Zahnsäckchens übergeht. In einem solchen Falle muss man auf den ersten Blick beinahe nothwendig dazu kommen, das halbvollendete Zähnchen, das unten ganz fein ausläuft, als in einer reinen Epithelzellenmasse gebildet aufzufassen. Bei näherem Studium sieht man jedoch das Irrthümliche dieser Auffassung bald ein. Vortreffliche Dienste leistet hier wieder das Anilinblau. Von ihm ist das Dentinscherbchen tief blau gefärbt, und man sieht bei scharfer Einstellung fast stets, wie eine feine, blau gefärbte, vom Ende des Dentinscherbchens als dessen continuirliche Fortsetzung ausgehende und in die innerste Contour des Zahnsäckchens umbiegende Linie Schmelz- und Epithelzellen in jedem Stadium der Zahnentwicklung von den bindegewebigen Elementen auf's Schärfste trennt.

Auf einem mehr fortgeschrittenen Stadium der Entwicklung des Dentins verschwindet die regelmässige Anordnung der Pulpazellen wieder; in der Spitze des Pulparaumes ist in den kleinern Zähnen meist nur noch eine körnige Masse zu erkennen, nach unten dagegen bis zum Hautknochen, der die Unterlage des Zahns bilden soll, bis in die Höhlung desselben hinein lagern sich die langausgezogenen Zellen in der Richtung, die später die Zahn und Knochen verbindenden Fasern einschlagen.

III.

Lage und Befestigung der Zähne.

Lage und Befestigung der Fischzähne sind von Owen u. A. schon sehr genau und vortrefflich beschrieben worden; was letztere anbetrifft so habe ich das für unsere Zwecke Wichtigste, die Befestigung durch

Fasern, bereits im Vorhergehenden behandelt. Es erübrigt deshalb nur noch, einige Worte über Hautknochen, Stellung der kleinen Zähne auf den Kiemenbögen und das Verhältniss zu sprechen, in welchem besonders die kleinen Zähne zu den Papillen der Schleimhaut stehen.

Ich habe keinen Fischzahn vor Augen bekommen, der direct dem Skeletknochen angewachsen gewesen wäre; alle Zähne stehen zunächst in Verbindung mit intermembranös entstandenen Hautknochen und erst durch deren Vermittlung können sie einem Skeletknochen fest verbunden werden. Dieses Verhalten berechtigt uns zu dem Ausspruche, dass die Zähne der Fische morphologisch als an der Oberfläche der Schleimhaut meist frei zu Tage tretende und meist konisch geformte Theile von Hautknochen zu betrachten sind.

Die Anordnung der Zähne auf den Kiemenbögen der Fische ist deshalb von Interesse, weil dieselben hier in den meisten Fällen nicht mehr die Function von Zermalmen oder Festhalten der Beute haben, sondern dazu verwendet werden, beim Durchtritt des durch den Mund eingeschluckten Wassers durch die Kiemenspalten das Fortspülen fester Nahrungsstoffe zu verhindern. Dieser Zweck wird im Allgemeinen durch folgende Einrichtungen erreicht.

Jeder Kiemenbogen trägt zu beiden Seiten des ihn durchziehenden Skeletknochens in bestimmten Entfernungen von einander stehende Hautknochenmassen. Dieselben haben mit Ausnahme des ersten Bogens an allen Stellen der Kiemenbögen einer Species die gleiche Form und Ausdehnung und sind an den beiden seitlichen Flächen eines und desselben Kiemenbogens so angeordnet, dass ein Hautknochen der einen Seite genau zwischen zweien der anderen Seite liegt. Dabei entsprechen sich in ihrer Lage stets sämmtliche Hautknochen der äussern Seite aller Kiemenbögen und anderseits sämmtliche der innern Seite aller Kiemenbögen. Werden nun die Kiemenbögen durch ihre Muskulatur aneinandergelegt, so fassen die einzelnen Hautknochen wie Zähne in einander. Nur die Hautknochen der äussern Seite des ersteren Kiemenbogens betheiligen sich natürlich hieran nicht; sie zeichnen sich bei allen Fischen vor den übrigen Hautknochen des Kiemenapparats durch ihre bedeutende Grösse und meist in die Länge gezogene Gestalt aus. Durch das Ineinandergreifen der Hautknochen wird nun aber die Kiemenspalte nicht völlig geschlossen; es bleiben zwischen den einzelnen Hautknochen noch grössere oder kleinere Lücken, und diese werden nun von den ausschliesslich auf jenen Hautknochen vorkommenden kleinen Zähnchen, die meist sehr regelmässige Anordnung zeigen, überlagert und zu äusserst feinen Sieben umgeschaffen. Die Hautknochen, die an den Kiemenbögen stets in der beschriebenen Anordnung, sonst aber in unendlich mannigfaltiger Form auftreten, finden wir auch beständig an den übrigen Bögen des Visceralapparats, jedoch meistens zu einer einzigen Hautknochenmasse verschmolzen. Diese kann wieder sehr innig mit dem Skeletknochen verwachsen; dass die Schlundknochen der Cyprinoiden als die mit den zahntragenden Hautknochen verschmolzenen Skeletknochen aufgefasst werden müssen, haben wir schon oben auseinandergesetzt.

An diesen kleinen Zähnen der Kiemenbögen insbesondere tritt es auf's Deutlichste hervor, dass die Zähne nur umgewandelte Papillen der Schleimhaut sind. Viele dieser kleinen Gebilde nämlich ragen mit ihrer Spitze gar nicht aus dem Epithel hervor oder doch nur sehr wenig und sind dann sowohl ihrer Stellung nach als in ihrem Verhältniss zum umgebenden Epithel vollkommen den weichen Bindegewebspapillen gleich. Wie die der Papille zunächst liegenden Epithelzellen von den übrigen durch längliche Form unterschieden sind, so auch die den Zahn begrenzenden Zellen (Fig. 17 und 18). Beim Barsch (Fig. 18) haben sowohl die den Zahn als die die Papillen begrenzenden Zellen an den Kiemenbögen eine sehr ausgesprochene cylindrische Form. Fig. 21, welche einen horizontalen Längsschnitt durch die Mucosa des Zwischenkiefers von Acerina vulgaris vorstellt, giebt uns ein anschauliches Bild der Lagerungsverhältnisse der kleinen Zähnchen. Die Papillen der Schleimhaut hängen hier, wie ihr Querschnitt zeigt, seitlich mit einander zusammen. In der Mitte ihrer von Epithel erfüllten Zwischenräume erheben sich die verknöcherten Papillen, die Zähne; die Zellen, sowohl die, welche dem Zahn anliegen, als die, welche an das weiche Bindegewebe grenzen, haben eine länglichere Form, als die in der Mitte zwischen Zahn und Papille gelegenen. Ganz unten (a) sehen wir noch den Querschnitt eines jungen Zahnes mit deutlichen Schmelzzellen und äusserm Epithel. Ein Vergleich desselben mit den Querschnitten der ausgebildeten Zähne ist sehr lehrreich. Wir sehen nämlich an ihm von den zahlreichen Zellen, die zwischen der Oberfläche eines ausgebildeten Zahnes und einer weichen Bindegewebspapille liegen, nur die beiden, der verkalkten und der weichen Papille unmittelbar anlagernden und aus durch ihre längliche Form ausgezeichneten Zellen zusammengesetzten Lagen. Dieser Unterschied ist ganz derselbe, welcher uns entgegentritt, wenn wir eine weiche Bindegewebspapille und eine erhärtete auf den ersten Stadien ihrer Erhebung aus der Fläche des übrigen Bindegewebes vergleichen. Im Anfang sind beide einander völlig gleich; während aber die kleine Erhebung, die zu einer weichen Papille werden soll, von den übrigen gewöhnlichen Bindegewebspapillen stets durch eine Zellmasse getrennt ist, die aus zwei besondern dem Bindegewebe unmittelbar anliegenden Lagen länglicher und dazwischen aus runden Zellen besteht, tritt in der Umgebung derjenigen kleinen Erhebung, die den Dentinkeim vorstellt, ein Streben ein, die übrigen Papillen des Bindegewebes diesem jungen Keim zu nähern und die mittlere Masse rundlicher Zellen zu verdrängen, um auf ihre Kosten den jetzt nur noch übrigen zwei Zellschichten eine ganz exquisite Entwicklung zu geben und zwar zum Zweck der Erzeugung des Schmelzes. Ist dieser Zweck erreicht, so tritt gerade das Entgegengesetzte ein; das Bindegewebe wird wieder vom Zahn abgedrängt und, während derselbe das überliegende Epithel durchbohrt, drängen sich jetzt zwischen Schmelzmembran und äusseres Epithel wieder rundliche Zellen ein, die Elemente jener beiden Schichten verlieren ihre characteristische Ausbildung zum Theil, der ursprüngliche Zustand ist wieder hergestellt. Die Zellen, welche dann den im Epithel steckenden Zahn begrenzen, sind an den untern Partien desselben Nichts als reducirte Schmelzzellen.

IV.

Die Entwicklung der Tritonenzähne.

Untersucht habe ich die Zähne im intacten Zustande von lebenden und in Spiritus conservirten, ausgewachsenen Exemplaren von Triton taeniatus, von Larven derselben Species und des Triton cristatus. Die Entwicklung der Zähne studirte ich an Schnitten durch die Kiefer und den Vomer von Larven und ausgewachsenen Thieren von Triton taeniatus.

A. Ausgebildete Zähne.

Wie Leydig[10] richtig von Salamandra maculosa abbildet, sitzt auch bei Triton, wenn das Thier ausgewachsen ist, jeder Zahn an den Kiefern auf einem cylindrischen Knochenfortsatz. An allen zahntragenden Theilen von Larven jedoch, sowie am Vomer ausgewachsener Exemplare sind die Zähne einem ringförmigen Wulst des dünnen Skeletknochens aufgewachsen. Alle Zähne sind bis auf die äusserste Spitze vom Epithel umhüllt; bei Betrachtung eines Kieferstückchens von oben bei durchfallendem Licht sieht man, dass die zunächst den Zahn umgebenden Epithelzellen, in einem Kranze, der stets nur eine Zelle breit ist, angeordnet, vor den übrigen Epithelzellen ausgezeichnet sind. Auf Längsschnitten bemerkt man, dass die Begrenzungszellen nach oben etwas zugeschärft und der Spitze des Zahns eng anliegend etwas über das übrige Epithel hervorragen. Ganz ebenso wie bei kleinen Fischzähnen bildet hier das Epithel eine innen vollkommen glatte Scheide um den Zahn. Die relativ sehr grosse Pulpa des Zahnes ist von grossen Zellen erfüllt, welche grosse, runde Kerne besitzen. Die innere Oberfläche des Dentins ist sehr unregelmässig von kugeligen oder eckig vorspringenden Dentinstückchen gebildet; zwischen diesen, oft wie völlig abgetrennt in der Pulpa liegenden Stückchen (s. Fig. 22) nehmen die sich zahlreich verästelnden Zahnkanälchen ihren Anfang. Der Zahn läuft in ein oder zwei Spitzen aus, welche eine gelbliche Färbung besitzen, völlig homogen erscheinen und ziemlich scharf durch eine Contour vom übrigen Zahn abgesetzt sind. In der Achse des Zahns scheinen einige Zahnkanälchen deutlich in die gelbe Spitze einzudringen. Behandelt man nun einen vollkommen intacten Zahn mit c. 15% Salzsäurelösung, so wird zunächst der ganze Zahn mit Ausnahme der Spitze entkalkt; die letztere wird erst nach der völligen Entkalkung des untern Theils von der Säure angegriffen, zunächst jedoch nur entfärbt; ihre Form bleibt vollständig erhalten, nur erscheint sie schärfer abgesetzt, und man sieht, wie die Ränder der Spitze deutlich übergreifen. Spült man das Zähnchen in diesem Zustande mit Wasser ab und färbt es darauf mit Anilinblau, so bleibt die Spitze völlig ungefärbt, der übrige Zahn wird dagegen intensiv blau. Dann sieht man von der Grenzlinie zwischen Zahn und Spitze als Basis einen kleinen, konischen Fortsatz in die Mitte der Spitze hinein sich erheben; dieser ist ebenfalls tief blau gefärbt und enthält sämmtliche Zahnkanälchen, die bei Betrachtung des intacten Zahnes in die gelbe Spitze einzudringen scheinen; der ungefärbte Theil des Zahns enthält nicht die geringste Spur von Zahnkanälchen. Setzt man jetzt wieder Säure und zwar concentrirte Salzsäure zu, so löst sich letzterer fast vollkommen auf; wir erhalten als Rest des Zahnes eine mit einem kegelförmigen Aufsatz versehene Dentinmasse, an deren Oberfläche, als Fortsetzung eines häutigen, feinen Rückstandes des Schmelzes, eine Cuticula in einzelnen Fetzen hängt.

Es bedarf wohl keines weitern Beweises, uns von der Existenz eines Schmelzes an Tritonenzähnen zu überzeugen, der dem an kleinen Fischzähnen völlig gleicht. Leydig, der in seiner Arbeit über Schlangenzähne Fig. 11 die gelbe Spitze des Schlangenzahnes deutlich geschieden abbildet und sich über ihre besondern Eigenschaften vielfach ausspricht, würde dieselbe nie für Dentin halten können, wenn er bei ihrer Untersuchung hinreichend starke Säurelösungen angewandt hätte; wie ihm, ist es vielleicht Manchem gegangen, der bei Tritonenzähnen Schmelz gesucht, aber nicht gefunden hat.

B. Entwicklung des Zahns.

Der Schmelz der Tritonenzähne wird ebenso wie bei den Fischen von einem Schmelzorgan gebildet. Die Auffindung desselben bereitete mir jedoch viel mehr Schwierigkeit, als irgendwo anders, und es ist mir erst nach Anfertigung ganz besonders gelungener Präparate geglückt, die Existenz desselben zweifelsohne nachzuweisen. Dabei sind mir aber manche auch an sehr dünnen und sehr durchsichtigen Schnitten gesehene Bilder zum Theil noch jetzt unerklärlich. Seine hauptsächliche Ursache hat dies wohl darin, dass Schnitte durch die entkalkten und gehärteten Kiefer erwachsener Thiere nur sehr schlecht gelungen sind und wohl Einzelheiten offenbaren, jedoch keine überzeugenden Bilder liefern. Die beweisenden Präparate habe ich durch Anfertigung von Schnitten durch in Alkohol gehärtete und carminisirte Larven erhalten. Dieselben haben aber den Uebelstand, dass hier sämmtliche Gewebe noch in einem embryonalen Zustande sind, mithin auch die Unterscheidung von Bindegewebszellen und Epithelzellen, die in der ersten Anlage des Zahns so innig aneinanderliegen, im höchsten Grade erschwert, ja oft geradezu unmöglich wird. Das letztere tritt dann (und zwar sehr häufig) ein, wenn an den Zellen beider Gewebe, die oft fast ganz von ihren grossen Kernen ausgefüllt werden, die Grenzcontouren bei enger Aneinanderlagerung derselben nicht erkennbar sind und, während das Protoplasma der Zellen sich gar nicht färbt, die Kerne derselben in beiden Gewebsarten denselben Tinctionsgrad erlangen.

Untersucht man das die Zähne erwachsener Thiere umgebende Zahnfleisch in völlig frischem Zustande, so gelingt es durch Zerzupfen sehr leicht einzelne Zahnkeime zu isoliren. Dieselben stellen Haufen grosskerniger, undeutlich abgegrenzter Zellen vor, in denen ein mittlerer, spaltenförmiger Hohlraum von einem Dentinscherbchen ausgefüllt wird. Wenden wir keine andere Untersuchungsmethoden an, so muss uns das Bild, welches sich uns hier bietet und das in der That der Abbildung, die Leydig[10] giebt, völlig gleicht, zu entschiedenen Anhängern der Hypothese des genannten Forschers machen. Ausser diesen Keimen finden wir noch eine Menge kleiner, meist gelblicher Spitzen isolirt im Gewebe umhergestreut.

Schnitte durch erhärtete Kiefer belehren uns zunächst über die Lage der Zellhäufchen mit ihrem Dentinkern. Dieselben liegen stets im Bindegewebe, wenigstens mit ihrer grössern untern Hälfte (nie völlig im Epithel selbst, wie Leydig will) und zwar in der Nähe der Basis eines alten Zahns allein oder mehrere neben einander. An carminisirten Präparaten haben die Zellhaufen in den meisten Fällen folgendes Aussehen. Ein Ballen stark purpurroth gefärbter, homogener Kerne liegt völlig abgeschlossen im Gewebe; Zellgrenzen treten nur dann einigermassen deutlich hervor, wenn man den Tubus auf die äussere Oberfläche des Ballens einstellt; sie begrenzen sich sechsseitig. In diesem Ballen ist nun entweder noch keine Spur von Dentin zu entdecken, wobei manchmal eine, ziemlich die Mitte einnehmende, grössere Zelle in die Augen fällt, oder es liegen in seinem Innern Dentinkäppchen von verschiedener Grösse, ebenfalls roth gefärbt und in der Spitze ihres Hohlraums immer nur eine einzige grössere Zelle bergend. Eine Verbindung dieser Keime mit dem Epithel der Schleimhaut tritt nicht hervor. Die Kerne der Bindegewebszellen, sowie die der Knorpelzellen sind ebenso stark gefärbt und homogen, wie die des Zellhaufens; die Kerne der Epithelzellen dagegen meistens grösser, heller gefärbt, vor Allem aber mit körnigem Inhalt versehen. Die beschriebenen Zellhäufchen können also nie für blosse Ansammlungen von Epithelzellen, höchstens für solche von Bindegewebszellen gehalten werden; Leydig's Hypothese erweist sich also schon hier als irrthümlich. Dass aber auch die Annahme, dass das Dentinkäppchen in einem Haufen von Bindegewebszellen sich bilde, nicht gestattet ist, das lehren uns andere Präparate aufs Deutlichste. Schon das ist beachtenswerth für uns, dass an Präparaten, wo durch Zerrung bei der Schnittführung das Epithel sich auf Strecken vom Bindegewebe losgelöst hat, es oberhalb der Zellhäufchen meistens mit dem letztern in Zusammenhang geblieben ist, was auf eine innige Verbindung beider Gewebsarten an dieser Stelle hindeutet. Eine solche tritt nun an sehr vielen andern Keimen klar hervor. Entweder senkt sich ein Zapfen des Epithels ins Bindegewebe bis zur Oberfläche des Zellhaufens hinein, ohne eine weitere Verbindung mit diesem zu offenbaren; oder es gleichen, wenn dieser Zapfen sich dem Zellballen enger anlagert, einzelne Kerne des letzteren durch ihre körnige Structur den Kernen der Epithelzellen; oder es zeigt endlich der nach oben mit dem Schleimhautepithel durch einen Strang von Epithelzellen verbundene Zellhaufen deutlich eine mittlere Zellreihe, die, wie von einem einfachen, zweischichtigen Schmelzorgan, von einer Zellenkappe umgeben ist. Im letztern Falle biegt die innerste nach oben kreisförmig geschlossene Zellschicht nach unten in die äusserste Schicht um; die letztere dagegen löst sich nach oben in den verbindenden Epithelzellenstrang auf. Hier ist also ein wirkliches Schmelzorgan vorhanden, dessen wahre Natur jedoch deshalb unklar erscheint, weil seine Zellkerne ganz das Aussehen von Zellkernen des Bindegewebes haben und so immer noch in einem gewissen Gegensatz zu den Zellkernen des Epithelstranges zu stehen scheinen.

Wiederum an einem andern Präparat mit schon etwas weiter entwickelter Zahnscherbe fällt dieser Gegensatz jedoch völlig fort. Hier zieht von der den alten Zahn noch eine Strecke ins Bindegewebe hinabbegleitenden Epithelzellenmasse aus ein Strang zu dem Zellhäufchen, theilt sich an der Spitze des letztern in zwei Blätter, jedes aus zwei Zellschichten bestehend, und umgiebt dasselbe bis zur Basis als ein wahres Schmelzorgan. Die Kerne desselben sind heller und körnig, wie die der echten Epithelzellen; die Kerne im Innern des Dentinkäppchens und die in der Fortsetzung derselben nach unten liegenden sind purpurroth und homogen.

Die letzten Zweifel an dem Vorhandensein eines Schmelzorgans nehmen uns aber Bilder, wie das in Fig. 24 wiedergegebene. An dem Präparat, nach dem diese Zeichnung möglichst naturgetreu in 360f. Vergrösserung angefertigt ist, tritt die eigenthümliche Erscheinung ein, dass die Kerne des Bindegewebes ebenso körnig und hell gefärbt sind, wie die des Epithels, und zwar nicht blos im zelligen Zahnkeim selbst, sondern auch in weiterer Erstreckung. Dieser Umstand zusammengehalten damit, dass in einem spätern Entwicklungsstadium die Zellkerne der Zahnpulpa stets homogen und purpurroth gefärbt erscheinen, weist uns darauf hin, wie Zellkerne ein und desselben Gewebes während der Zeit ihres Lebens ihre Empfänglichkeit für Färbung oftmals verändern können und erklärt uns bis zu einem gewissen Grade auch die oben beschriebene Erscheinung, dass die Kerne der Schmelzzellen anderseits ebenso homogen erscheinen können, wie die des Bindegewebes.

Das, was an Fig. 24 in der Entwicklungsfrage der Tritonenzähne den Ausschlag giebt, ist die vollkommen scharfe Grenze zwischen der zweischichtigen Epithelzellenkappe und der zelligen Papille, sowie das Fortlaufen dieser Grenze bis zum Ursprung des Verbindungsstranges aus dem Epithel. Dentin ist hier noch nicht gebildet. Die oberste Zelle der Papille endet stumpf kegelförmig. Auf sie folgen nach unten noch mehrere für sich allein den Durchmesser der Papille einnehmende Zellen mit deutlichen Grenzen; noch weiter nach unten mehrt sich die Zahl der auf dem Querschnitt gelagerten Zellen, wobei zugleich ihre Grenzen undeutlicher werden. Schliesslich wird die Lagerung der Kerne vollkommen unregelmässig, es treten Fasern zwischen ihnen auf, einzelne Kerne biegen, mit der Längsachse jetzt der Achse der Zahnpapille parallel gestellt, um das Ausgehende des Schmelzorgans herum und stellen ein richtiges Zahnsäckchen her; die Fig. zeigt deutlich, wie die ganze Zahnanlage bis auf den schmalen Verbindungsstrang vom Bindegewebe umschlossen ist.

Die innerste Zellschicht des Schmelzorgans, die Schmelzzellenschicht hat, wie überall, auf dem Längsschnitt eine hufeisenförmige Gestalt. Die Grenzen der einzelnen Zellen sind hier nicht sichtbar; dagegen ist die Grenze der ganzen Zellschicht gegen die Papille und gegen das äussere Epithel sehr scharf. Die Kerne der Schmelzzellen sind ungeheuer gross und können, da sie sich gegenseitig abzuplatten scheinen, auf den ersten Blick leicht für die Zellen selbst gehalten werden; an einigen Stellen greifen ihre Ränder übereinander; ihre Form ist länglich oval. Die Kerne des äussern Epithels, dessen Zellgrenzen ebenfalls nicht hervortreten, sind etwas kleiner, als die der Schmelzmembran. An der einen Seite hat sich das äussere Epithel von dem innern abgehoben, und beide zeigen gegen den so entstandenen spaltenförmigen Hohlraum sehr scharf gezeignete Grenzen.

Ein anderes Präparat zeigt einen etwas weiter entwickelten Keim. Ueber den obersten Zellen der Papille hat sich ein spitz zulaufendes Dentinkäppchen gebildet, dessen unteres Ende, fein auslaufend, schliesslich als äusserst feine, aber scharfe Linie um das Schmelzorgan herumbiegt und die äusserste Grenze des Bindegewebes gegen das äussere Epithel bildet. Die äusserste Spitze des Dentinhütchens erscheint vom übrigen Zahn etwas abgesetzt, es scheint die erst theilweise gebildete Schmelzspitze zu sein, die an Schnitten durch Larven stets an allen Zähnen erhalten ist. Die Schmelzzellen haben sich von der Spitze des Zähnchens abgehoben und ihre scharfe Grenzmembran umgiebt, wie ein Heiligenschein, die Spitze des Dentins, um weiter nach unten, wo das Schmelzorgan dem Dentin eng anliegt, mit der hier beide trennenden Contour zu verschmelzen. Das weitere Schicksal des Schmelzorgans habe ich nur auf einzelnen Stadien studiren können; über den Antheil der Schmelzzellen an der Bildung des Schmelzes bin ich mir nicht klar geworden. Ein sehr instructives Bild eines schon weit entwickelten Zahnes, der aber das Epithel noch nicht durchbrochen hat, giebt Fig. 25; *aa* ist das Epithel, *bb* Bindegewebe, *c* das dem Knochen zunächst aufliegende, aus seiner Achse parallelen und dichtgedrängt verlaufenden Fasern und grossen in derselben Richtung längsgestellten Kernen bestehende Periost. Der Zahn hat schon seine völlig ausgebildete Schmelzspitze. Während seines Wachsens hat er die Schmelzmembran, deren Zellen sich zugleich mehr cylindrisch ausgebildet hatten, gewissermassen aufgebläht und zwar so stark, dass sie die theilweise vorhandene Bindegewebsumhüllung durchbrochen hat, und ihre äussere Grenzmembran dicht unter der äussern Grenze des Epithels liegt, dessen Zellen hier comprimirt erscheinen. Die Kerne der Schmelzzellen liegen ziemlich nach innen; von Membranen der Schmelzzellen lassen sich deutlich Grenzmembranen der einzelnen Zellen eine Strecke weit von aussen nach innen, manchmal zwischen die Kerne bis zur innern Grenzmembran des Schmelzorgans verfolgen. Die letztere ist ganz an der Spitze nicht deutlich; an den Seiten der Schmelzspitze liegt sie dieser eng an; von der Grenze der letztern aus nach unten hebt sie sich im ganzen Umkreis des Zahnes ab und erscheint von besondrer Dicke und doppelt contourirt als deutliche Cuticula, die durch irgend welchen Einfluss während der Präparation sich von der Oberfläche des Zahnes loslöste und nun sehr klar als Fortsetzung der äussersten Schmelzschicht erkannt wird. Noch weiter nach unten legt sich dieselbe dem Zahn wieder eng an und verschmilzt mit der äussern Dentingrenze, welche unten in die Grenzmembran des Bindegewebes gegen das Epithel umbiegt. Die äussere Grenze der Schmelzmembran lässt sich noch eine ziemliche Strecke weit zwischen die zwei Kernreihen des untern von Bindegewebe rings umhüllten Theils des Schmelzorgans verfolgen, um endlich immer feiner werdend dem Auge zu entschwinden. Der Gegensatz in Structur und Färbung zwischen den Kernen der Epithel- und Bindegewebszellen ist auf diesem Stadium der Zahnentwicklung ein sehr ausgesprochener und in der Zeichnung deutlich wiedergegeben. Nur gegen die untere Grenze des Epithels zu werden die Kerne des Bindegewebes denen der Epithelzellen ähnlich.

Das letzte Stadium der Zahnentwicklung kennzeichnet sich dadurch, dass der Zahn in Folge weiteren Längenwachsthums die Schmelzmembran so empordrängt, dass sie die überliegende Epithelzellendecke zersprengt und endlich selbst von der Schmelzspitze durchbrochen wird. Ihre Zellen bilden dann den oben beschriebenen, bei Betrachtung von oben sichtbaren, den Zahn umrahmenden Zellenkranz (cf. das oben über das Persistiren von Schmelzzellen als Zellen der Zahnscheide bei Fischen Gesagte).

Die Zusammensetzung der Pulpa an schon etwas vorgeschrittenen Zahnkeimen ist eine sehr eigenthümliche und regelmässige. Die Spitze derselben wird von einer einzigen grossen Zelle mit rundem und körnigem Kerne völlig ausgefüllt; auf sie folgen noch drei oder mehrere den Querschnitt der Pulpa allein einnehmende Zellen, deren Kerne jedoch, wie die aller folgenden und aller Bindegewebszellen überhaupt, purpurroth gefärbt, homogen und meist stark geschrumpft erscheinen. Endlich folgen auf dem Querschnitt zwei Zellen neben einander, dann drei und so fort. Die unterhalb des Ausgehenden vom Schmelzorgan liegenden Pulpazellen, die später die Verbindung des Zahns mit dem

Knochen herstellen, zeigen je mehr nach unten, desto undeutlichere Grenzen, die Kerne nehmen eine längliche Gestalt an, und einige von ihnen, allmälig mit ihrer Längsachse der Längsachse des Zahns parallel verlaufend, biegen um das Ende des Schmelzorgans herum, um das Zahnsäckchen zu bilden.

Im Innern des schon gebildeten Dentins ist die Form der Zellen und die Lage der Kerne (mit Ausnahme des Kerns der obern Zelle) eine sehr bestimmte. Die Zellgrenzen sind äusserst deutlich und stets schön hufeisenförmig mit der Concavität nach oben gebogen; die Schenkel der hufeisenförmigen Membranen legen sich an die schon gebildete Dentinwand an und allmälig mit ihr verschmelzend bewirken sie die nach oben stets zunehmende Verdickung derselben. Die Kerne der Zellen nun sind stets der convexen Krümmung der gemeinsamen Membran zweier Zellen angelagert und krümmen sich selbst, derselben eng angeschmiegt. Diese characteristische Form und Lage der Zellen und ihrer Kerne, sowie das Verschmelzen der faserartigen Membranen mit dem Dentin, welches letztere wir sehr deutlich auch bei den Zähnen von Salmo fario (Embryo) sahen, deren Entwicklung überhaupt der der Tritonenzähne in vielen Puncten sehr nahe steht, giebt uns vielleicht für das Studium der Bindegewebsentwicklung und der Betheiligung der Zellkerne an der Entstehung der Fasersubstanz interessante Fingerzeige.

Fig. 26 zeigt noch einen sehr hübschen Querschnitt durch eine Zahnanlage von einem erwachsenen Triton cristatus, der wohl keiner weitern Erklärung bedarf. Merkwürdig ist, dass in den äusserst scharf abgegrenzten Zellen keine Andeutung von Kernen aufzufinden ist.

Nachdem wir uns so, wie ich glaube hinreichend, überzeugt haben, dass die Tritonenzähne in Bau und Entwicklung im Wesentlichen von andern Zähnen nicht abweichen, erübrigt es noch eine höchst interessante Thatsache zu besprechen, die schon von Sirena hervorgehoben worden. Derselbe fand bei Tritonen stets eine Menge isolirt im Gewebe liegende Zahnspitzchen; bei 5 Cm. langen und 5 Mm. breiten Tritonenlarven statt der fertigen Zähne nur doppelte Spitzen und bei noch fusslosen Larven mit äussern Kiemen nur einfache Spitzen, sowie eine grosse Masse unregelmässig geordneter Zähne, von denen ein Theil resorbirt wird. Ich kann diese Angaben von Sirena mit Ausnahme der letzten über die fusslosen Larven, deren ich keine untersucht, vollkommen bestätigen und will nur hinzufügen, dass ich isolirte Zahnspitzchen sowohl im Bindegewebe als auch mitten im Epithel von der verschiedensten Grösse, mit deutlichen Zahnkanälchen oder ohne jede Spur davon gefunden habe. Auch die Richtung der Spitzen zur Oberfläche des Epithels war eine sehr verschiedene. Viele dieser Unregelmässigkeiten in Lage und Richtung finden wohl ihre einfache Erklärung in der Zerrung, die die Gewebe bei der Schnittführung erfahren haben; unerklärlich bleibt mir aber bis jetzt, dass eine Menge dieser Spitzchen, mit gelblicher Färbung, ohne Zusammenhang mit einem Zellhäufchen gänzlich frei, meist über einer einzigen Zelle gebildet, daliegen. Die gelbliche Färbung der Spitzchen scheint jedoch dem Dentin selbst anzugehören; wenigstens ist die sonst ziemlich scharfe Grenze zwischen der gelblichen Spitze und den untern ungefärbten Theilen hier nicht wahrnehmbar. Dass eine grosse, frei vom Bindegewebe ins Epithel hineinragende Zelle die Bildnerin des ersten Dentins sei, wie Sirena behauptet, habe ich nur einmal, wo ein Spitzchen mit seiner Basis im Bindegewebe, mit seiner obern Partie im Epithel steckte, bestätigt gefunden; gegen die Allgemeinheit eines solchen Primitivstadiums des Zahns spricht schon Fig. 24.

Ein klein wenig klarer wird das sonderbare Vorkommen isolirter Spitzen, wenigstens so weit sie im Bindegewebe sich finden (die im Epithel gefundenen sind vielleicht nur auf mechanischem Wege dahin geführt), dadurch, dass zwischen einzelnen Bindegewebszellen öfter ein Balkenwerk von homogener Cuticularmasse, dem Knochen der Tritonen völlig gleichend, sichtbar ist. Man kann sich vorstellen, dass hier und da durch irgend welche Anregung Kalksalze unregelmässig in der Intercellularsubstanz des Bindegewebes deponirt werden; dass diese Depositionen unter irgend welchen günstigen Umständen ein isolirtes Spitzchen, ja, wenn das Epithel den Ort der Abscheidung erreicht, einen echten Zahn bilden können, unter ungünstigen Umständen dagegen wieder resorbirt werden. Es ist diese Vorstellung um so weniger gezwungen, als wir aus zahlreichen Beobachtungen wissen, wie Ablagerung und Resorption von Kalksalzen im Bindegewebe eigentlich beständig nebeneinander herlaufen.

Im Anschluss an diesen Abschnitt über die Tritonenzähne erwähne ich noch, dass der schon von Owen und Sirena beschriebene Schmelz der Froschzähne dem der Fisch- und Tritonenzähne in allen Puncten vollkommen gleicht. Dann kann ich noch das Vorkommen einer echten und der bei Säugethieren beobachteten völlig homologen Kieferfurche und eines von ihr ausgehenden continuirlichen Schmelzkeims, wie sie Sirena dem Frosch zuschreibt, bei den Embryonen von Lacerta vivipara bestätigen.

V.

Einiges über Hautknochen der Cutis.

Dass die Verknöcherungen in der Cutis denen in der Mucosa des Mundes und der Rachenhöhle, also vorzugsweise den Zähnen, morphologisch gleichwerthige Bildungen seien, wurde theils durch Untersuchungen oberflächlich bekannt, theils a priori angenommen. Ist doch die Mundhöhle ihrer Entwicklung nach nur eine Einstülpung der äussern Haut; man hat also schon aus diesem Grunde das Recht auf das Vorkommen von in dieser und jener gleichen Bildungen zu schliessen. Und in der That finden wir, wie bei einigen Säugern und den Cyprinoiden unter den Fischen, Haar- und andere Hornbildungen in der Mundhöhle; ferner sehen wir eine vollkommene Aehnlichkeit der Placoidschuppen der äussern Haut und der Zähne auf den Kiefern und Schüppchen am Gaumengewölbe der Selachier, die neuerdings wieder durch **Gegenbaur** genügend hervorgehoben ist. Auch die Zähne der Säge von Pristis, in ihrem Bau andern Zähnen völlig gleichend, sind hier zu nennen. Eine besondere Beachtung verdient weiter der Umstand, dass ebenso wie Verknöcherungen der Cutis (aus bindegewebiger Anlage hervorgegangen) mit Skeletknochen (durch Knorpel praeformirt) sich verbinden und die letztern in ihrem Widerstandsvermögen verstärken, so auch Knochenbildungen in der Mucosa (Sockel der Fischzähne; Hautknochen der Kiemenbögen etc.) mit den oft sehr schwach entwickelten Skeletknochen sich vereinigend dieselbe zur Ueberwindung gewaltiger Widerstände befähigen. Bei so vielen Aehnlichkeiten findet man aber auch bald eine scheinbar überall vorhandene Differenz zwischen beiden Arten von Hautknochen, nämlich dass die im ausgebildeten Zustande frei hervortretenden Verkalkungen der ersteren, die Zähne, stets eine von früher darüber gelegenen Epithelzellen gebildete sog. Schmelzbedeckung tragen, dieselbe jedoch den offen zu Tage liegenden Hautknochen der Cutis beständig fehlt. Freilich findet sich bei den 3 höhern Wirbelthierklassen sowohl in der Mundhöhle und auf den Kiefern, als der äussern Haut, dem Knochen unmittelbar aufliegend, eine feste Hornschicht; allein die Entwicklungsgeschichte verbietet uns bis jetzt noch, die Hornbildungen mit dem Schmelz der Zähne zu vergleichen, so verlockend eine Zusammenstellung aus manchen Gründen auch sein mag; der Umstand, dass wir Hornbildungen nie verkalkt antreffen, weist auf einen Unterschied von fast fundamentaler Bedeutung hin. Es ist jedoch damit noch keineswegs die Aussicht genommen durch genaueres Studium der beiden Gebilde noch mehr Gemeinsames in ihnen zu finden, als wir bis jetzt kennen. Was nun den oben berührten, scheinbar durchgreifenden Unterschied zwischen Cutis- und Mucosaverknöcherungen betrifft, so wird man sofort zum Zweifler daran, wenn man sich überzeugt hat, dass überall bei Verknöcherungen der Mucosa, soweit wie Bindegewebe unmittelbar unter dem Epithel erhärtet, von den Elementen des letztern eine Schmelzlage um den von ihnen umhüllten Bindegewebstheil (Papille) erzeugt wird. Denn wenn es vorkommt, dass in der Cutis Theile des oberflächlichst gelegenen Bindegewebes verkalken, warum soll man nicht a priori erwarten dürfen, dass solche Hautknochen auch Schmelzbekleidung haben? Eine solche Verkalkung von unmittelbar unter dem Epithel liegendem Bindegewebe ist bis dato nur bei der Bildung der Placoidschuppen[1] der Selachier genau beobachtet. Wenn wir richtig vermuthet, so muss hier auch eine Schmelzbekleidung oder, wenn diese an den ausgebildeten Schuppen fehlen sollte, doch während der Entwicklung derselben ein irgendwie thätiges Schmelzorgan vorhanden sein. Anderseits dürfte man erwarten, dass die Hautknochen, an denen nie eine Spur von Schmelz zu finden ist, auch nie ganz frei unter dem Epithel, sondern vielmehr so im Innern einer bindegewebigen Masse oder Papille sich bildeten, dass der äussere Theil unverkalkt bleibe, später jedoch abgerieben den schmelzlosen Knochen frei hervortreten lasse. Diese einfachen und naheliegenden Vermuthungen bestätigen sich nun bei näherem Studium einiger Cutisverknöcherungen der Fische vollkommen.

Was zunächst die Placoidschuppen der Selachier betrifft, so ist bei vielen Arten derselben schon seit lange auf der Oberfläche der Schuppen eine eigenthümliche, zierliche, schuppenartige Zeichnung bekannt, die von Leydig, der sie wohl zuerst beschrieben (Histol. p. 93), als Abdruck von Epithelzellen gedeutet wurde. G. v. Brackel[23] hielt sie für die Contouren verkalkter Epithelzellen selbst, weil die Ränder der kleinen Schüppchen, wie das äussere Epithel des Haares, deutlich hervorragen sollen. Diesen letztern Umstand möchte ich für mein Theil bestätigen.

---

[1] Hier muss ich auf die Untersuchungen Hannover's über die kanalartigen Hohlräume in den Cutisbildungen der Selachier hinweisen (Om Bygninger og Udviklingen of Skjael og Pigge hos Bruskfisk. Kjobenhavn 1867) und hervorheben, dass ich die letzteren verglichen mit den oben beschriebenen mannigfaltigen Formen ähnlicher Hohlräume in den Zähnen von Knochenfischen ebenso wie diese für den Haversi'schen Kanälen homologe Bildungen halten muss. Hannover weist (p. 4) eine solche Auffassung zurück und sieht in ihnen etwas ganz Besonderes. Macht man sich aber klar, dass zwischen den im Säugethierknochen vorkommenden grossen Haversi'schen Kanälen und Bildungen, wie in Fig. 15 B dargestellt sind, continuirliche Uebergänge vorhanden sind, wird man auch überzeugt sein, dass genannter Forscher sich im Unrecht befindet.

In der festen Ueberzeugung hier das Homologon des Schmelzes vor mir zu haben, unterwarf ich wiederholt die Schuppen mehrerer Haie, die diese eigenthümliche Zeichnung besassen, der Einwirkung verschieden starker Säurelösungen; allein ich erhielt nie Reactionen, welche den bei Fischzähnen eintretenden glichen. Vor Allem lösten sich die Schüppchen nie als besonderes feines Häutchen, wie doch zu erwarten stand, ab; sie verhielten sich vollkommen so, wie die ganze übrige Masse des Hautknochens und verschwanden erst bei längerer Einwirkung der Säure und Beginn der Zerstörung der Schuppe. Diese Erscheinungen sind somit der Leydig'schen Ansicht günstiger als der Brackel's. Die Entwicklung der Placoidschuppen habe ich nur in soweit studirt, als nöthig war, mich von dem Verhalten des Epithels bei der ersten Anlage der Schuppe zu überzeugen. Dasselbe ist nun in der That kein anderes, als bei allen mit echtem Schmelz versehenen Bildungen, wie die Fig. 27, 28, 29, 30, welche vier verschiedene Stadien der Schuppenentwicklung bei einem Embryo von Mustelus vulgaris darstellen, ohne jede weitere Erklärung auf das Deutlichste zeigen. Die Ausbildung des ganzen Schmelzorgans ist hier, während die Schmelzzellen selbst an characteristischer Ausbildung Nichts zu wünschen übrig lassen in so fern noch etwas einfacher als bei den Fischzähnen, als die dem äussern Epithel entsprechenden Zellen erst in spätern Stadien sich direct und auch dann nur an die untere Partie der Schmelzmembran eng anlagern, sonst aber durch gewöhnliche runde Zellen von derselben getrennt bleiben. Auch ist die Anlage der Schuppe nie ganz in das Bindegewebe eingesenkt, vielmehr treibt die sich erhebende Papille das Epithel höckerartig empor, und erst in den spätern Stadien der Schuppenentwicklung senkt sich der untere Theil des Schmelzorgans etwas unter die Grenze des Epithels in das Bindegewebe hinein.

Die Schmelzzellen zeichnen sich durch beträchtliche Länge und vor Allem durch eine sehr regelmässige Lage ihrer langovalen, grobkörnigen Kerne aus. Dieselben liegen nämlich in allen Zellen eines Längsschnittes des Schmelzorgans immer an derselben Stelle, so dass die Endpuncte der Längsachsen aller Kerne zwei, den äussern Contouren der Schmelzmembran fast parallele, gerade Linien bilden (Fig. 30).

Die Neigung der Längsachse der Zellen zu der Oberfläche der Schuppe ist nur auf dem Stadium, wo letztere noch eine einfache Zellmasse ist, deutlich als eine senkrechte zu erkennen; später ist dieselbe wegen der eigenthümlichen Gestalt der Schuppe nicht mehr zu bestimmen. Grösstentheils aus diesem Grunde, da ich ein eingehenderes Studium diesem Gegenstande nicht gewidmet, ist es mir nicht möglich über den Antheil, den die Schmelzzellen an der Bildung jener schuppenartigen Zeichnung haben, vollkommenen Aufschluss zu erlangen. Es sei mir jedoch erlaubt, auf einige interessante Beobachtungen aufmerksam zu machen und zugleich zu einer specielleren Untersuchung dieses Gegenstandes aufzufordern.

An manchen, ja fast allen Längsschnitten durch die Schmelzmembran schienen die Ränder der Zellen derselben etwas übereinander geschoben, so dass man immer nur einen Theil der Zellmembran deutlich sah und ein Bild erhielt, als ob sehr lange und sehr dünne Plättchen (die Zellen) dachziegelförmig übereinander gelagert wären.

Ferner sieht man auf ältern Entwicklungsstadien sehr deutlich, dass die Zellen mit ihrer Längsachse sehr schräg gegen die Oberfläche der Schuppe stehen, und dass der innere, der letztern zugekehrte Theil jeder Zelle bis auf die Endpuncte der Kerne eine Umwandlung erfährt. Derselbe wird nämlich vollkommen durchsichtig und erscheint dann sehr oft zerrissen oder verzerrt. Auf noch ältern Stadien sind diese äusseren Zellstücke stets ganz verschwunden, und die Kerne der dadurch sehr verkürzten Zellen stossen direct an die Schuppe. Manchmal ist das so reducirte Schmelzorgan auch von der Schuppe abgehoben, und es zeigt sich dann in den meisten Fällen das Zellende membranlos, manchmal mit kleinen anhangenden Partikelchen einer stark glänzenden, homogenen Masse. Man könnte nun aus diesen Beobachtungen schliessen, dass die innern Enden der stark gegen die Oberfläche der Schuppen geneigten Schmelzzellen sich eng an die letztere anschmiegend verkalkten und dann in einer, nach dem unverkalkten Zellrest zu convexen Linie (die sich oft deutlich beobachten lässt) von dem letztern abrissen. Die einzelnen verkalkten Zellenden würden sich dann bei der starken Neigung der Schmelzzellen gegen die Schuppenoberfläche theilweise decken und zwar ebenso, wie die ganzen Zellen, nach Art von Dachziegeln, und nur die freien, convexen Enden ragten hervor; eine Lage, welche die einzelnen Schüppchen auf der Fläche des ausgebildeten Hautknochens in der That haben. Wir hätten, wenn diese Vermuthungen über die Entstehungsweise der schuppenartigen Zeichnung sich bei genauern Untersuchungen als richtig erweisen sollten, eine directe Verkalkung einzelner Zelltheile selbst, wobei der Kern mit einem andern Theil der Zelle vollkommen unberührt und noch längere Zeit erhalten bleibt, bis alles Epithel von der Oberfläche der Schuppe abgerieben wird. Beobachtungen, die für die Ausscheidung der kleinen Schüppchen sprächen, habe ich nicht eine einzige gemacht. Wie dem aber auch sein mag, so viel ist gewiss, dass wir es in der schuppenartigen Zeichnung auf der Oberfläche mancher Hautknochen der Selachier mit einem Homologen des echten Schmelzes zu thun haben.

Ausser den Placoidbildungen der Selachier, an vielen von denen ich übrigens jede Andeutung der schuppenförmigen Zeichnung vermisste, habe ich noch Hautknochen verschiedener Fische mittelst Säuren auf einen Schmelzbeleg geprüft. Aber weder die Schuppen der Knochenfische, wo ich besonders an den kleinen Zähnchen der Ctenoidschuppen eine Schmelzbekleidung vermuthete, noch die Hautknochen von Accipenser, Tetrodon, Balistes, noch die so mannigfaltig geformten und sehr häufig gelbbraun gefärbten Stachel der Knochenfische zeigten auch nur die geringste Spur von Schmelz. Und dies ist kein Wunder; denn von der grossen Mehrzahl dieser Bildungen ist es erwiesen, dass sie sich nie direct unter dem Epithel, sondern stets mitten im Bindegewebe entwickeln. Ich verzweifelte deshalb schon einer wahren Schmelzbedeckung an Cutisverknöcherungen bei Fischen zu begegnen, bis ich zufällig beim Studium der interessanten Zähne der Panzerwelse, (die, beiläufig bemerkt, einer speciellern Beschreibung sehr bedürftig sind) auch die eigenthümliche Panzerbekleidung dieser Fische einer flüchtigen Betrachtung unterwarf und zu meiner nicht geringen Ueberraschung entdeckte, dass die kleinen, beweglichen Spitzchen der Panzer von Hypostomus und Loricaria Gebilde sind, welche in Allem und Jedem, Structur und Befestigung, Fischzähnen vollkommen gleichen. Fig. 34 zeigt dies deutlich. Die durch ein wirkliches Kugelgelenk auf einem Fortsatz des Hautknochens frei articulirende und am Gelenk von auf Dentin und Knochen als Cannelirung sich fortsetzenden Fasern, wie von einer Gelenkkapsel, umgebene Spitze hat echte Zahnkanälchen und eine gelbbraune Schmelzbekleidung, welche hinsichtlich ihrer Lagerungsweise und allen Reactionen gegen Säuren dem Schmelz der Fischzähne gleicht. Dass sie ebenso, wie jener, auch von einem Schmelzorgan gebildet wird, kann nicht zweifelhaft sein. Die Knochenschilder, auf denen die Spitzchen articuliren, zeigen wohl eine braune Färbung, aber keine Spur von Schmelz.

Das Vorkommen von den Zähnen völlig gleichartigen Cutisverknöcherungen bei Knochenfischen zeigt uns übrigens, dass die weitläufigen morphologischen Betrachtungen, die Gegenbaur in seinem jüngst erschienenen Werk »Ueber das Kopfskelet der Selachier« p. 11—14 über die Verwandtschaft von Zähnen und Cutisverknöcherungen anstellt, und die in der That auf den ersten Blick sehr ansprechen, an erheblichen Mängeln leiden. Nach Gegenbaur findet sich eine Gleichartigkeit beiderlei Bildungen nur bei den Selachiern, und die bei ihnen vorkommenden Formen sind die Ausgangspuncte von nach zwei verschiedenen Richtungen auseinandergehenden Differenzirungen. Schon bei den Ganoiden und noch mehr bei den Teleostiern sollen dieselben so weit fortgeschritten sein, dass jede Gleichartigkeit zwischen Zähnen und Cutisbildungen verschwunden ist. Unser Fall zeigt, wie vorsichtig man bei rein morphologischen Deductionen sein muss und vor Allem, dass man dabei nie physiologische Momente vernachlässigen darf.

Vielleicht gelingt es erneutem Forschen in dieser Richtung auch noch an andern Cutisverknöcherungen echten Schmelz nachzuweisen und das ausgedehnte Vorkommen desselben auf gesetzmässige Ursachen zurückzuführen.

Herangezogene Literatur.

1) S. Stricker, Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere. Leipzig 1871. Cap. XV p. 333. Bau und Entwicklung der Zähne von W. Waldeyer.

2) Owen, Odontography. London 1840—45.

3) A. Retzius, Bemerkungen über den innern Bau der Zähne etc. Müller's Archiv 1837. p. 486.

4) Leeuwenhoek, Philos. Transact. 1678.

5) Dr. G. Born, Bemerkungen über den Zahnbau der Fische. Heusinger's Zeitschr. für org. Physik. 1. Bd. 1827. p. 182.

6) Fraenkel's und Raschkow's Diss. inaug. Wratisl. 1835.

7) Joh. Müller, Archiv 1836 p. III u. Poggendorff's Annalen XXXVIII.

8) Dr. Fr. Leydig, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt 1857.

9) Harless, Ueber den Zahnbau von Myliobates und dem verwandten Rochen Trikeras. Wo?

10) Dr. Fr. Leydig, Die Molche der würtembergischen Fauna. Archiv für Naturgeschichte 1867.

11) Dr. Fr. Leydig, Die Zähne einheimischer Schlangen nach Bau und Entwicklung. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. IX. 1872. p. 1.

12) Reichert, Jahresbericht über die Arbeiten in der mikroskopischen Anatomie aus dem Jahre 1842. Archiv für Anat. und Phys. 1843. p. CCXXXVI.

13) Dr. Sirena, Ueber den Bau und die Entwicklung der Zähne bei Amphibien und Reptilien. Verhandl. d. phys.-med. Gesellschaft in Würzburg. Neue Folge. II. Bd. 3. Heft. 1871.

14) L. Jurine, Note sur les dents et la mastication des poissons appelés Cyprins. Mémoires de la Societé de Phys. et d'Histoire nat. de Genève. Tome I. Prémiér Partie 1821.

15) Molin, Sitzungsberichte der Wiener Academie 1850.

16) Heckel und Kner, die Süsswasserfische der österreichischen Monarchie etc. Leipzig 1858.

17) v. Siebold, die Süsswasserfische Mitteleuropas. Leipzig 1863.

18) Dr. J. Kollmann, Entwicklung der Milch- und Ersatzzähne beim Menschen. Diese Zeitschrift XX. Bd. p. 145.

19) E. Neumann, Beiträge zur Kenntniss des normalen Zahn- und Knochengewebes. Leipzig 1863.

20) Kölliker, Ueber die Verbreitung und Bedeutung der vielkernigen Zellen der Knochen und Zähne. Verh. der phys.-med. Gesellsch. zu Würzburg. N. F. Bd. II. 1872.

21) Kölliker, Ueber verschiedene Typen in der mikroskopischen Structur des Skelets der Knochenfische. Würzburger Verhandlung. 1859. IX.

22) Kölliker, Ueber die grosse Verbreitung der perforating fibres von Sharpey. Würzburg. Verh. Bd. I p. 306.

23) Gregorius a Brackel, De cutis organo quorundam animalium ordinis Plagiostomorum disquisitiones microscopicae. Diss. inaug. Dorpati Livonorum. 1858.

Erklärung der Abbildungen Taf. XXVII—XXIX.

Fig. 1. Zwei Ansichten von der Musculatur des Kauapparats eines mässig grossen Individuums von Leuciscus rutilus. 4 mal vergrössert.
- A. Der Kauapparat von unten gesehen.
  - *α* Querschnitt des Anfangs des Oesophagus.
- B. Derselbe von der Seite.
  - *β* hintere Grenze des Schädels.
  - *γ* untere Grenze der Wirbelsäule.
  - *δ* Vorsprung des Schädeldaches.

aa, *bb*, *cc*, *dd*, *ee* die 5 Muskelpaare des Kauapparats.

Fig. 2. Halbschematischer Querschnitt durch den Kauapparat eines c. 2—3 cm. langen Cyprinoiden. 40 mal vergr.

Fig. 3. Querschnitt durch den Schlundknochen und Längsschnitt durch den aufsitzenden Zahn eines Cyprinoiden. Die Spitze des Zahns ist etwas schematisch gehalten. Chromsäurepräparat. Ziemlich starke Vergrösserung.
- *a* ein U förmiger Hohlraum im Dentin.

Fig. 4. Querschnitt durch den Zahn eines Cyprinoiden, etwa in der Gegend der Linie *αα* in Fig. 3. Vergrösserung, wie in Fig. 3.
- *a* zwei im Dentin eingeschlossene, glänzende, spindelförmige und mit Hohlraum versehene Massen.

Fig. 5. Erste Anlage des Schmelzorgans und der Papille eines Ersatzzahns von Leuciscus rutilus. Stark vergrössert. Chromsäurepräparat.
- *aa* Oberfläche der Schleimhaut der Rachenhöhle.

Fig. 6. Weiter entwickelter Zahnkeim von Tinca vulgaris. Das erste Dentinkäppchen ist gebildet; das Schmelzorgan schon bedeutend entwickelt, an seinem untern Ende in Verbindung mit zahlreichen »sog. Epithelsprossen«. Chromsäurepräparat. Starke Vergrösserung.
- *a* Oberfläche der Wurzel des alten Zahns.
- *bb* Oberfläche des Schleimhautepithels.

Fig. 7. Ein Stück vom ausgebildeten Schmelzorgan von Tinca vulgaris. Chromsäurepräparat. c. 320 mal vergr.

Fig. 8a. Ein Stück vom ausgebildeten, bereits thätigen Schmelzorgan von Tinca vulgaris mit fadenartigen Fortsätzen der Seitenmembranen der Schmelzzellen. Chromsäurepräparat. c. 320 mal vergr.

Fig. 8b. Stückchen des Schmelzrückstandes von Tinca vulgaris von der dem Schmelzorgan zugekehrten Fläche gesehen, in ausserordentlich starker Vergrösserung. Chromsäurepräparat.

Fig. 9. Ein Stückchen vom Rande einer Dentinpapille vor Bildung des ersten Dentinscherbchens. Tinca vulgaris. Chromsäurepräparat. Sehr stark vergrössert.

Fig. 10. Nicht ganz in der Achse geführter Längsschnitt durch einen hoch entwickelten Zahnkeim von Tinca vulgaris. 50 mal vergrössert.

Fig. 11. Theil eines Querschnittes durch das Os palatinum von Esox Lucius mit der ersten Anlage des Schmelzorgans eines Ersatzzahns. Chromsäurepräparat. c. 50 mal vergrössert.

Fig. 12. Theil eines gleichen Schnitts mit weiter entwickeltem Zahnkeim. c. 106 mal vergrössert.

Fig. 13. Schematische Darstellung eines fast völlig im Zahnsäckchen eingeschlossenen Zahnkeimes von Esox Lucius mit Verbindungsstrang des Schmelzorgans und Anschwellung der untern Partie des äussern Epithels zur Bildung des Schmelzorganes eines Ersatzzahns. Das Querschraffirte bedeutet Bindegewebe, das Längsschraffirte Epithel.

Fig. 14. Das untere Ende des Schmelzorgans eines noch im Säckchen befindlichen Zahnes von Esox Lucius mit dem vom äussern Epithel ausgehenden und schon ziemlich weit entwickelten Schmelzorgan eines Ersatzzahnes.

Fig. 15. Zwei Kieferzähne von Ephippus Faber.

A. Intacter Zahn in dickem Glycerin eingeschlossen bei auffallendem Licht. Die Kanäle der Pulpa, die Rillen der Oberfläche und die Poren des Schmelzes sind mit Luft erfüllt. Mässig vergr.

B. Entkalkter Zahn bei durchfallendem Licht. Der Schmelz ist bis auf die geschrumpfte Cuticula entschwunden. Mässig vergr.

Fig. 16. Zwei Kieferzähne von Cottus scorpius.

A. Intacter Zahn mit brauner Schmelzspitze, fetthaltiger Pulpa (*b*), körniger Dentinmasse (*a*) und mit ihr zusammenhängenden eigenthümlichen Streifen. Mässig vergr.

B. Entkalkter Zahn. Schmelzspitze völlig aufgelöst. Der konische Dentinfortsatz von einer Rinne umgeben. Die körnigen Linien sind undeutlicher geworden. Mässig vergr.

Fig. 17. Oberer Theil des Querschnitts eines Kiemenbogens von Esox Lucius mit zwei verschieden weit entwickelten Zahnkeimen. Salzsäure- und Alkoholpräparat. 60 mal vergrössert.

a Primordialknorpel. *b* Skeletknochen. *c* Hautknochen.

Fig. 18. Erste Anlage eines Keimes eines Kiemenbogenzahns von Perca fluviatilis. Salzs.- und Alkoholpräparat. 360 mal vergr.

a Epithel; *b* Bindegewebe.

Fig. 19. Erste Anlage eines Kiemenbogenzahns von Acerina vulgaris mit schon differenzirter Schmelzmembran und theilweise ausgebildetem äussern Epithel. 360 mal vergr.

a a unterste Schichten des Schleimhautepithels.

b b Fortsätze von Hautknochen.

Fig. 20. Schon weit entwickelter Zahnkeim auf dem Kiemenbogen von Acerina vulgaris. 360 mal vergr.

a losgelöste Schmelzspitze.

b b Hautknochenfortsätze.

Fig. 21. Horizontaler Längsschnitt durch die Zahnmasse des Zwischenkiefers von Acerina vulgaris. 360 mal vergr.

Die Zähne haben eine eigenthümliche Structur, indem eine unter der obersten dünnen Schicht liegende Partie von Zahnbein von so grossen Hohlräumen erfüllt ist, dass die feste Masse in Form dünner zur Oberfläche des Zahns mehr oder weniger senkrecht gerichteter Balken erscheint.

a. Ein durchschnittener Zahnkeim mit ausnehmend grossen Schmelzzellen.

Fig. 22. Spitze eines intacten Zahnes einer Larve von Triton cristatus bei auffallendem Licht. 360 mal vergr.

Fig. 23. Kieferzahn von Gunnellus vulgaris.

Fig. 24. Keim eines Zahnes der Larve von Triton taeniatus (Schnitt durch eine in Alkohol erhärtete und carminisirte Larve) mit Papille und Schmelzorgan, sowie Verbindungsstrang des letzteren. 360 mal vergr.

a a unterste Schicht des Schleimhautepithels.

b b Periost.

Fig. 25. Weit entwickelter Zahnkeim einer Larve von Triton taeniatus. 360 mal vergr.

a a Schleimhautepithel.

b b Bindegewebe.

c c Periost.

Fig. 26. Querschnitt durch den Zahnkeim eines erwachsenen Triton taeniatus Dentin, Schmelzzellen, äusseres Epithel. 360 mal vergr.

Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 29.
Fig. 30.
} Vier aufeinanderfolgende Stadien im Anfang der Entwicklung der Schuppe eines Embryo von Mustelus vulgaris.

Fig. 31. Spitze vom Hautpanzer von Hypostomus etentaculatus Cuv. α Valenc. 78 mal vergr.

Untersuchungen an Vorticella nebulifera.

Von

Dr. phil. Eduard Everts
in Haag.

Mit Tafel XXX.

Zu der vorliegenden Untersuchung, welche unter der Leitung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor Ehlers im zootomischen Institute zu Erlangen ausgeführt wurde, veranlasste mich zunächst eine ausführliche Abhandlung von Greeff[1] über Vorticellen, in welcher eine früher von Lachmann[2] vorgetragene Ansicht über die Auffassung des Körperbaus dieser Thiere auf's Neue vertreten wurde.

Der Versuch, durch eigene Erfahrung diese Verhältnisse näher kennen zu lernen, hat mich zu Resultaten geführt, welche mit den Greeff'schen Anschauungen nicht ganz übereinstimmen. — Ausserdem erschien mir die immer noch zweifelhafte Entwicklungsgeschichte der Vorticellen als ein der Erforschung würdiges Ziel.

Für wichtig hielt ich es, meine Untersuchung an ein und derselben Art zu machen. Ich studirte zu dem Ende speciell Vorticella nebulifera Ehrb., weil ich von dieser Art stets genügendes Material vorfand. Nach meinen Beobachtungen gebe ich die folgende Schilderung von dem Verhalten nur dieser Art. — Eine ausführliche literarhistorische Darstellung brauche ich nicht zu geben, da eine solche sich in Greeff's Arbeit findet. Eine kurze Mittheilung meiner Resultate veröffentlichte ich in den Sitzungsberichten der Erlanger phys. med. Gesellschaft. Heft 5. 26 Mai 1873.

---

[1] Archiv für Naturgeschichte, herausgegeben von Dr. Troschel. Berlin 1870. p. 353.

[2] J. Müller, Archiv für Anatomie, Physiologie und wiss. Medicin. Berlin 1856. pag. 340.

Vorticella nebulifera (Ehrb.) fand ich in unmittelbarer Nähe von Erlangen in einem stark mit Pflanzenwuchs besetzten, von Wasser durchflossenen, schlammgrundigen Graben einer Wiese vom Februar bis zum Juli stets in grosser Anzahl.

Wie Ehrenberg erwähnt[1] und wie ich bestätigen konnte, ist es speciell diese Art, welche im Winter selbst unter Eis vorkommt. Nur selten erscheint sie isolirt, sondern lebt gesellig, ganze Colonien bildend, welche als wolkenähnliche Ueberzüge verschiedene Gegenstände bedecken und als solche schon mit unbewaffnetem Auge erkannt werden können. Im Winter fand ich sie vorzüglich an den Schalen von Planorbis; als später das Wasser eine Decke von Wasserlinsen erhalten hatte, fand ich sie fast ausschliesslich an diesen, sowie an ihren Wurzeln.

I.

Bau des Körpers.

a. Aeussere Körperform.

Die Gestalt der Vorticella nebulifera ist die einer Glocke, welche mittelst eines längeren oder kürzeren Stieles befestigt ist. Ist das Thier vollständig ausgestreckt, so erscheint die Glocke etwa $1\frac{1}{2}$ mal so lang als breit, in der Mitte etwas bauchig und von oben nach unten spitz zulaufend. Ein zur Glockenmündung parallel gelegter Querschnitt ist in jeder Höhe kreisrund (Fig. 1).

Nach oben verfolgt schlägt sich die Wand der Glocke kragenartig nach aussen um und bildet auf diese Weise einen flachwulstigen Rand. Dieses Gebilde nennen wir das Peristom (Fig. 1 *p*).

Die Glockenmündung wird bedeckt von einer deckelartigen, gewölbten Scheibe, welche bis auf eine Stelle vollständig mit dem Peristom verwachsen ist (Fig. 1 *w*). Diese offene Stelle (Fig. 1 *e*) ist eine Eingangsöffnung, welche in das Innere des Körpers führt. Wenn die Vorticelle ganz ausgestreckt ist, so bildet die Scheibe mit dem Peristom einen spitzen Winkel. Von der Stellung der Wimperscheibe zum Peristom hängt die jeweilige Grösse der Eingangsöffnung ab.

Die Scheibe trägt an ihren Rändern einen Kranz von Wimperhaaren. Im Eingange der Oeffnung stehen im unmittelbaren Anschluss an diese Wimpern Flimmerhaare, welche die ersteren an Länge zu übertreffen scheinen. Denken wir uns nun so vor dem mit der Glocke aufwärts gerichteten Thiere stehend, dass die Eingangsöffnung von uns abgewendet ist, so geht die Bewegung der Wimpern von links nach rechts um die Scheibe herum und setzt sich in die der Eingangsöffnung fort.

---

[1] Die Infusionsthierchen p. 270 Taf. XXV Fig. 1.

Die Oberfläche der Glocke ist äusserst glatt; sie zeigt bei starker Vergrösserung eine feine, parallele Querringelung aus Reihen feiner Pünctchen bestehend.

Auf dem unteren Theile der Glocke bemerkt man eine deutliche Längsstreifung, welche nicht aus Körnchen besteht, sondern zierliche ununterbrochene Linien bildet (Fig. 1 *m*); an dem oberen Theile konnte diese Längsstreifung nur im günstigen Falle und bei äusserst starker Vergrösserung verfolgt werden, und war dann hauptsächlich an den Rändern sichtbar.

Der vollständig glatte Stiel ist nicht selten von bedeutender Länge, welche die der Glocke manchmal um das sechsfache übertrifft. Er ist vollständig cylinderförmig und erscheint als eine feste, dicke, hyaline Masse, in deren Innerem ein dunkler Strang verläuft (Fig. 1 *s*).

Hatte sich die Vorticelle contrahirt, so wurde die Gestalt der Glocke birnförmig. Die Wimperscheibe ward versenkt und dadurch die Eingangsöffnung vollständig geschlossen; das Peristom hatte sich darüber hingeschlagen und durch seine regelmässige Faltung bei der Contraction des Vorticellenkörpers von oben her das Ansehen einer sternförmigen Zeichnung erhalten (Fig. 5). Ging die Contraction energisch von statten, so war sie immer von einer spiraligen Windung des Stieles begleitet.

Ich fand in der Anwendung von salpetersaurem Silberoxyd ein Mittel, mir ein deutliches Bild von der richtigen Lage von Wimperscheibe, Wimperkranz und Peristom zu verschaffen. Dieses Reagenz hat nämlich die Eigenschaft, die Vorticelle so rasch ohne Verschrumpfung zu tödten, dass die Wimperscheibe nicht vollständig versenkt wird; in Folge dessen wird die letztere nur theilweise vom Peristom überdeckt, es bleibt eine Oeffnung bestehen, durch welche die Wimpern als Büschel hervortreten. Fig. 2 giebt die richtige Darstellung dieses von mir oft beobachteten Bildes.

b. Zusammensetzung des Körpers.

Der Körper besteht aus einer compacten Masse, in welcher ich, etwas anders als Greeff, eine centrale und eine Rindensubstanz unterscheide; und aus dem Kern.

Die centrale Substanz (Fig. 3 *i*) nimmt den grössten Theil des Körpers ein; im oberen Theil der Glocke wird sie an den Seiten von einer nur dünnen Rindensubstanz gedeckt, im unteren ist diese dagegen beträchtlich verdickt, und damit erscheint die centrale Substanz gegen den Stiel hin stark kegelförmig verschmächtigt. Im Stiel fehlt sie.

Sie ist ein farbloses durchscheinendes Plasma, in welchem feinere und gröbere Körnchen eingebettet sind, welche dunkel und scharf begrenzt erscheinen. Diese Körnchen zeigen bei ruhiger Haltung der ausgebreiteten Glocke eine schon längst bekannte Bewegung, insofern als sie in einer regelmässigen Strömung ihre Lage im Körper verändern. Diese Strömung ist in den peripheren Theilen der centralen Substanz am schnellsten, im Centrum ist sie sehr geringfügig oder fehlt vielleicht ganz. Die Strömung verlief meistens, wenn wir die oben angegebene Stellung der Glocke festhalten, von der Glockenmündung auf der linken Körperseite gegen den Stiel und stieg von hier auf der rechten Seite wieder aufwärts gegen die Mündung. Die Bewegung ist wohl auf Vorgänge im Plasma zurückzuführen; erkennbar war sie nur durch die Ortsveränderungen der Körnchen selbst. Oscillirende Eigenbewegungen habe ich an den Körnchen nicht gesehen. Diese Bewegung ist nicht leicht von jenen Bewegungen zu unterscheiden, welche als Verschiebungen in der Substanz bei Contractionen der Glocke entstehen.

Ausser den Körnchen findet man in der centralen Substanz Futterballen eingelagert, und zwar mit oder ohne helle Sphäre. Ferner zeigt sich eine grössere oder geringere Anzahl grösserer oder kleinerer Vacuolen.

Die von mir als Rindensubstanz bezeichnete Masse ist nicht gleichförmig; vielmehr treten in ihr von innen nach aussen als Differenzirungen auf: ungeformtes Plasma, eine Längsstreifungsschicht und eine Cuticula.

Die innerste Schicht, das formlose Plasma (Fig. 3 *v*), lagert sich derart um die centrale Substanz, dass sie oben sehr dünn ist, nach unten sich bedeutend verdickt und so den konischen Fortsatz der centralen Substanz umfasst. Ihre Abgrenzung gegen die innere Schicht ist überall eine scharfe. Dieses Plasma ist gleichartig, in hohem Grade durchscheinend und feinkörnig; dem Aussehen nach scheint es von viel zäherer Consistenz, als die innere Substanz zu sein. Auch in ihm findet eine geringe, bis jetzt wohl nicht beschriebene Körnchenströmung statt. Diese Bewegung ist eine durch die Dicke der Substanz im Allgemeinen von oben nach unten und umgekehrt kreisende, so zwar, dass da, wo die centralen Theile dieser Schicht an die peripheren der centralen Substanz angelagert sind, die Strömung in der ersteren der in der letzteren befindlich gerade entgegenläuft. (Siehe das Schema in Fig. 3.) Ich erkannte es nur unter starken Vergrösserungen.

Futterballen oder Vacuolen waren niemals in der eben genannten Schicht zu bemerken.

Auf diese formlose körnchenhaltige Schicht folgt nun zunächst nach aussen diejenige, welche wir als eine mit Längsstreifen versehene bezeichnet haben (Fig. 3 *m*). Jene Streifung, welche man, wie oben gesagt, am konisch zulaufenden Theil des Vorticellenkörpers am deutlichsten wahrnimmt (Fig. 1 *m*), besteht aus dunkeln, ununterbrochenen gerade laufenden Linien, welche weit schmäler sind als die helleren Zwischenräume zwischen ihnen. Die diese Streifung tragende Substanz führt in den Stiel hinein, wo sie einen dunkeln spiraligen Strang bildet, den sogenannten Stielmuskel (Fig. 1 und 3 *s*). Die Linien laufen im oberen Theile des Stieles deutlich erkennbar, aber viel dichter neben einander; nur mit äusserst starker Vergrösserung lässt sich diese Bildung eine Strecke weit im Stielmuskel verfolgen.

Aus dem Umstande, dass man im günstigen Falle die Längsstreifung nach dem Peristom zu verfolgen kann, darf man wohl mit Sicherheit den Schluss ziehen, dass um den ganzen Körper diese eine Streifung tragende Schicht verläuft. Ihr Verhalten in der Wimperscheibe kenne ich nicht. Bezeichnet man den dunklen Achsenstrang des Stieles als einen Stielmuskel, so wird man, wie Greeff, diese gestreifte Schicht wegen ihres Zusammenhanges mit jenem als eine Muskelschicht bezeichnen dürfen. Doch muss ich hervorheben, dass irgend eine Bildung, welche man wahren Muskelfasern vergleichen könnte, von mir nicht beobachtet ist; wobei ich nicht in Abrede stellen will, dass dieser Schicht ein Contractionsvermögen wohl zukommt.

Die bekannte Cuticula endlich, welche als die äusserste Lage der Rindenschicht über die ganze Oberfläche verbreitet ist (Fig. 1 und 3 *c*), erscheint als eine farblose, feste Haut. Die Dicke ist am Kelch und am Stiele sehr verschieden. Während die Cuticula nämlich über den Kelch als eine dünne Schicht verbreitet ist, setzt sie sich am Stiele als eine dicke, solide Masse fort und umgiebt dabei den Stielmuskel, der auf ihrer inneren Oberfläche spiralig gewunden herabläuft.

Was den oberen Theil des Kelches anlangt, so überdeckt hier die Cuticula das Peristom und die Wimperscheibe und stülpt sich dann durch die erwähnte Eingangsöffnung in das Innere des Korpers ein; dadurch bildet sie einen Nahrungsschlauch, welchen wir später besprechen werden.

Die Cuticula ist es, welcher, wie Greeff angegeben, die bereits oben erwähnte Querringelung angehört, die bei stärkerer Vergrösserung über die ganze Oberfläche bis an das Peristom hin zu verfolgen ist. Ebenso ist diese Querringelung am Stiele zu beobachten; sie wird aus parallelen Reihen dicht an einanderliegender Körnchen gebildet und kann als eine Sculptur der innern Fläche der Cuticula gedeutet werden.

Auf dem Peristom und auf der Wimperscheibe scheint diese Sculptur zu fehlen.

Der Nahrungsschlauch zerfällt in drei verschiedene Abschnitte, den ersten nenne ich mit seinem ersten Beschreiber, **Lachmann**, Vestibulum (Fig. 4 *v*); von ihm gehen ein Mund- und ein Afterrohr aus (Fig. 4 *a* und *m*). Das Vestibulum ist ein ziemlich breiter Kanal, welcher, der horizontalen Achse ungefähr parallel, unmittelbar unter der Wimperscheibe verläuft. Im Innern ist er ganz mit kräftigen Wimpern ausgekleidet.

Die Fortsetzung des Vestibulum nach unten bis etwas über die Hälfte der Länge der Glocke wird gebildet durch einen engeren Kanal, das Mundrohr, dessen Einmündungsstelle in das Vestibulum etwa um $^2/_3$ der Breite von der Eingangsöffnung entfernt ist. Es endet kurz vor der Ausmündung mit einer kleinen Ausbauchung in einem kugelförmigen, von mir als Kropf gedeuteten Reservoir (Fig. 4 *k*), in welchem die einzelnen Futterkörnchen zu Nahrungsballen angehäuft werden. Das Rohr ist seiner ganzen Länge nach mit Wimpern ausgestattet. Einen darüber hinaus gehenden von **Greeff** beschriebenen Kanal habe ich nicht erkennen können. — Ein zweites Rohr, welches etwa in der Verlängerung des Vestibulums verläuft und sechsmal kürzer als das eben beschriebene Mundrohr ist, muss als Afterrohr bezeichnet werden. Es ist ebenfalls mit Wimpern ausgekleidet.

In der ganzen Ausdehnung dieser Röhren ist die Cuticula als solche durch ihren doppelten Contour erkennbar. Hier trägt sie deutlich die Cilien; in welchem Verhältniss die sonstigen Schichten der Rindenschicht zu ihr stehen, habe ich nicht beobachtet.

Der oft beschriebene Kern oder Nucleus ist ein in dem formlosen Plasma der Rindenschicht eingebettetes Gebilde (Fig. 3 *n*), welches durch sein dunkles feinkörniges Aussehen vom hellen Plasma absticht. Es ist ein langgestreckter bandförmiger Körper, der sich über $^2/_3$ des Umfangs erstreckt und wegen seiner Lage wandständig genannt werden darf (Fig. 1 und 2). Durch Behandlung mit Essigsäure werden seine Lagerungsverhältnisse deutlich gemacht und seine Contouren treten äusserst scharf hervor.

Hieran anschliessend dürfte es angezeigt sein, über den Einfluss von Carmin auf die Körpersubstanz Einiges zu sagen.

Brachte ich eine Vorticelle in eine Carminlösung, welche ich manchmal sehr concentrirt gebrauchte, so verweilte sie kurze Zeit, ohne im Wirbeln auszusetzen. Brachte ich sie dann in reines Wasser, so war keine Spur von Rothfärbung zu beobachten. Wartete ich dagegen so lange bis das Thier sich contrahirt hatte und abgestorben war, und brachte es dann erst in reines Wasser, so war es roth gefärbt, vor Allem aber war der Kern durch stärkere Färbung ausgezeichnet, während die Cuticula keinen Farbstoff aufgenommen hatte. Diese Erscheinung trat unmittelbar nach dem Absterben ein.

War eine Vorticelle, welche Carminkörnchen im Innern aufgenommen hatte, abgestorben, so bemerkte man wie von diesen ausgehend eine langsam und strahlenartig sich ausbreitende Färbung des Plasma stattfand, bis schliesslich die Färbung, wie sie eben beschrieben, erfolgt war. Es scheint danach, dass, da Carmin unlöslich im Wasser ist, nach dem Absterben des Plasma die Abscheidung eines Stoffes erfolgt, wodurch der Farbstoff in Lösung tritt und das Plasma nun röthet.

Beide Vorgänge aber lehren uns, dass wir es im Körper der Vorticelle mit einer Substanz zu thun haben, die im lebenden und todten Zustande sich gegen Carminfärbung wie das Protoplasma der Zellen und der Zellkern verhält.

Ich lasse hier einige Messungen folgen, welche ich an ein und derselben Vorticelle vorgenommen habe. Die Länge des Vorticellenkörpers war 0,074 Mm., die grösste Breite 0,037 Mm. Dann war die Breite des umgeschlagenen Peristom 0,0092 Mm., die Dicke des Stieles 0,0037 Mm., die des Muskels 0,0012 Mm.

Weiter ergaben die Messungen in einem Körper Folgendes: Breite des Vestibulums 0,0111 Mm., Dicke der Rindenschicht von oben: 0,0017 Mm., von unten: 0,0066. Endlich die Dicke des Nucleus 0,0074 Mm.

II.

Lebenserscheinungen.

a. Bewegung.

Bei dem vollkommen ausgebildeten, festsitzenden Thiere beschränken sich die Bewegungen nur auf leichtere oder stärkere Contractionen des Vorticellenkörpers, sowie auf ein Zusammenschnellen des Stieles. Diese Erscheinungen werden durch gewisse äussere Einflüsse hervorgerufen, durch Berührung mit fremden Gegenständen, durch leichte Stösse, durch das Zuführen eines Reagenz, z. B. verdünnter Essigsäure u. a.

Die völligen Contractionen finden stets mit grosser Schnelligkeit ruckweise statt; die sonst etwas lang gestreckte glockenförmige, nach dem Stiele zu konische Gestalt contrahirt sich, während der Stiel spiralig aufgerollt wird, zu einem mehr abgerundeten Gebilde, die Wimperscheibe ist in den Körper versenkt und hat den Wimperkranz mitgeführt, darüber hat sich das Peristom geschlagen.

Nach meiner Auffassung ist diese Formveränderung bedingt durch gleichzeitige Vorgänge in der Masse des Stielmuskels und der Muskelschicht der Glocke, so lange der Stiel fest an irgend einem Gegenstande angeheftet ist. Wenn aber, wie das öfter vorkommt, Vorticellen von ihrem Standorte abgerissen sind — sei es nun dass sie noch den ganzen Stiel hinter sich herschleppen oder nur ein Stück davon — so treten unter Fortbewegung starke Contractionen des Stieles ein, welche zuerst und allein vom Stielmuskel ausgehen. Dadurch wird der Stiel bei jeder Anstrengung wie früher spiralig gewunden und stark an die Glocke angezogen. Manchmal stülpte sich nun weiter dabei der ganze hintere Theil der Glocke nach innen und hier ist wohl anzunehmen, dass nun jene gestreifte Masse, welche am unteren Glockentheile erkennbar ist, durch Contractionsvorgänge den Stiel, welcher seinen Fixationspunct verloren hat, in dieser Weise gleichsam in die Glocke einstülpt (Fig. 2). — Die Wiederentfaltung bei den festsitzenden Vorticellen ist eine äusserst langsame. Das Peristom schlägt sich nach aussen, Wimperscheibe mit Wimperkranz treten wieder hervor, und wenn sich weiter keine Hindernisse mehr in den Weg stellen, so geht die Entfaltung vollständig vor sich; die Glocke ist wieder ebenso wie vorher etwas konisch zulaufend und zu gleicher Zeit hat sich der Stiel wieder gestreckt. Dieser Vorgang kommt wohl nur durch eine Elasticität bestimmter Theile des Körpers zu Stande, und das könnte nur die Cuticula sein.

Der gestreckte Zustand ist es, in welchem das Thier seine gewöhnlichen Lebensäusserungen entwickelt; der orale Wimperkranz ist dann fortwährend in Thätigkeit. Die Wimperbewegung ist, so lange die Wimperscheibe frei ist, stets eine gleichmässige und in der nämlichen Richtung fortlaufende, sie wird nicht, wie bei vielen Infusorien, zeitweilig unterbrochen, oder wie scheinbar nach Willkür vollzogen.

Die Bewegung der Wimpern erzeugt den bekannten Strudel, welcher in der Nähe befindliche, feine Theilchen erfasst und der Eingangsöffnung zuführt; unter dem Einfluss der hier hervorstehenden Wimpern gelangen diese dann in das Innere des Körpers.

Ausser der Herbeischaffung der Nahrung können die Wimpern noch eine Function übernehmen. Wenn nämlich eine noch vollständig glockenförmige Vorticelle von ihrem Standorte losreisst, so schwimmt sie mit

Hülfe ihres Wimperkranzes schraubenähnlich vorwärts. Eine gleiche Bedeutung für die Vorwärtsbewegung hat der bei Theilungsvorticellen auftretende hintere Wimperkranz.

b. Ernährung.

Meine Beobachtungen über die Vorgänge bei der Nahrungsaufnahme machte ich an Vorticellen, welche in bekannter Weise mit Carmin gefüttert wurden. Eine lebhafte, wirbelnde Strömung wird von den Wimpern der Scheibe unterhalten, so lange das Thier ausgestreckt ist. Durch eine zweite Bewegung, welche von langen aus der Eingangsöffnung hervorragenden Wimpern ausgeht, werden die Carmin-Körnchen nach der letzteren hingeführt und weiter in das Vestibulum geleitet. Das heftige Wirbeln, welches hier stattfindet, macht die Körnchen auf und nieder tanzen, so dass einige in das Mundrohr gelangen, während die grössere Mehrzahl wieder ausgestossen wird. Im Mundrohre werden die Carminkörnchen durch die Wimperbewegung weiter in den als Kropf bezeichneten Abschnitt befördert. Hier findet die erwähnte Anhäufung zu Nahrungsballen statt, welche, nachdem sie eine gewisse Grösse erreicht haben, in die centrale Substanz hinein gestossen und der Plasmaströmung überlassen werden. Sobald nun ein Nahrungsballen in das Plasma gelangt war, sah ich ihn von einer aufwärts gegen die innere Fläche der Scheibe führenden Strömung ergriffen werden, sodann kam er in die Strömung, welche in der Aussenschichte der centralen Substanz stattfindet. Hier wird er nun durch die Strömung bald mehr bald weniger weit fortgeführt, geräth gelegentlich in die weniger beweglichen Theile der centralen Masse und liegt dann bald längere oder kürzere Zeit ruhig. Von Neuem kann er von der lebhafteren Strömung der peripheren Theile erfasst werden, und kommt nun auf diese Weise der Futterballen bis an das Afterrohr, so führt ihn die dort stattfindende Wimperbewegung in das Vestibulum zurück und an dessen oberer Wand entlang nach Aussen.

Gelegentlich erscheinen um die Nahrungsballen, welche in das Plasma eingestossen wurden, helle Zonen, die oft plötzlich wieder verschwinden. Mir scheint, dass das Auftreten dieser Zonen ganz mit der bekannten Erscheinung von Vacuolen übereinstimmt. — Was diese Vacuolen betrifft, so sind die Stellen, an welchen sie auftreten, ebenso unbestimmt, als ihre Zahl schwankend ist. In der Regel bemerkt man eine Menge kleinere Vacuolen und eine grössere; ja öfter sah ich, wie eine colossale Vacuole den grössten Theil der inneren Masse nach der Peripherie drängte, was sich deutlich in der Anhäufung von feinen Körnchen und von Futterballen äusserte. Die entstandenen Vacuolen verschwinden stets sehr rasch wieder. Ob ihr Inhalt etwa nach Aussen gelangt, habe ich nicht constatiren können, es scheint das aber der festen Cuticula wegen unmöglich zu sein.

c. Fortpflanzung und Entwicklung der Vorticella nebulifera.

Die Fortpflanzung ist, so weit ich sie beobachtet habe, durchaus eine ungeschlechtliche. Die erste Erscheinung, welche diesen Vorgang einleitet, ist eine schon oft beschriebene Theilung in der Richtung der Längsachse, welche nach meinen Beobachtungen hier folgendermassen verläuft.

Ist das Thier geneigt, diese Theilung vorzunehmen, so zieht es allmälig die Wimperscheibe mit dem Wimperorgan in den Körper zurück; das ebenfalls eingezogene Peristom schliesst sich darüber zusammen (Fig. 6). Es gleicht also diese Gestalt der durch zeitweilige Contraction entstandenen. Nun verliert das Thier allmälig das Vermögen die Glocke ganz zu entfalten, bis es endlich in dem contrahirten Zustand verharrt und unter fortwährender, starker Contraction des Stieles eine kugelförmige Gestalt annimmt.

Ist der Process so weit vor sich gegangen, so bleibt der Stiel eine Weile ausgestreckt stehen. Wimperscheibe, Wimperorgan und Peristom sind total verschwunden und scheinen mit dem Plasma verschmolzen zu sein, ebenso konnte ich von dem Nahrungsschlauch nichts mehr bemerken. Die Kugel ist vollständig homogen, eine Cuticula mit Sculptur um den ganzen Körper vorhanden. Der Nucleus hat keine Veränderung erlitten.

Nun fängt die Kugel an, sich stark in die Breite auszudehnen (Fig. 7), während die Stellung des Nucleus insofern eine andere wird, als er sich in die Richtung der horizontalen Achse legt; zu gleicher Zeit nimmt er an Länge zu.

Durch diese Vorgänge ist die Vorticelle so weit verändert, dass die Theilung beginnen kann. Zuerst tritt an beiden Polen eine schmale Vertiefung auf, welche sich allmälig um den ganzen Körper herum fortsetzt, so dass schliesslich eine ringförmige Einschnürung entsteht, die ihn in zwei gleiche, seitliche Hälften theilt (Fig. 8). Die Einschnürung schneidet immer tiefer ein, ist sie nach einiger Zeit auf etwa $^1/_3$ der Tiefe gekommen, so bemerkt man, dass auch der Nucleus den Theilungsprocess eingeht. Die Theilung des Körpers und die des Nucleus schreiten gleichmässig fort, so dass nach vollendeter Theilung der Kugel, jede Hälfte des ursprünglichen Nucleus zum Nucleus der neuen Theilungsvorticelle wird (Fig. 9).

Zu derselben Zeit, zu welcher der Nucleus angefangen hat, sich in zwei Hälften zu zerlegen, bemerkt man an dem oberen Ende jeder der beiden Kugelhälften die Andeutung einer Höhlung, in welcher eine Wimperbewegung aufzutreten beginnt. Diese Höhlung deutet gleichsam das erste Entwicklungsstadium von Wimperscheibe und Vestibulum an.

Nach vollendeter Theilung sind zwei deutlich ausgebildete Vorticellen (Fig. 10), die mit einander seitlich verbunden sind, an einem gemeinsamen Stiele vorhanden. Beide Thiere benehmen sich in allen Lebensverhältnissen wie das Mutterthier; beide wirbeln nach Nahrung und zeigen in jeder Hinsicht, dass der Organismus jedes einzelnen vollkommen ausgebildet ist. Danach handelt es sich bei der Theilung in dieser Art um viel ausgedehntere Neubildungen, als sie Greeff (a. a. O. p. 207. 208) bei den von ihm beobachteten Thieren angiebt; und ich muss die Angaben Stein's[1]) über den Theilungsvorgang bei Vert. microstoma für meine Art durchaus bestätigen.

Allmälig nimmt nun eines der beiden Individuen allein die Spitze des Stieles ein, während das andere sich rechtwinklig zur Stielachse stellt und einen hinteren Wimperkranz ausscheidet, der aus einem wulstartigen, äusserst durscheinenden Ringe (Fig. 11) hervorgeht. Kurz bevor diese Bildung eintritt, contrahirt sich meistens das Peristom etwas, und wird das Wirbeln viel mässiger. Manchmal bemerkt man aber auch, dass das Peristom noch vollständig umgeschlagen ist und dass die Wimpern stark wirbeln, während der hintere Wimperkranz schon entstanden ist und ebenfalls seine grösste Ausbreitung bekommen hat. Der orale Pol contrahirt sich dann mehr und mehr, bis er am Ende ganz gewölbt erscheint und nur noch geringe Spuren der hier vorher vorhandenen Bildung behalten hat. Die Form des contrahirten Individuums ist fast tonnenförmig geworden (Fig. 12).

Anlässlich des Theilungsvorganges kann ich nicht umhin, einen merkwürdigen Process zu erwähnen. Oftmals bekommen nämlich, nachdem die Theilung eine Zeit lang ihren regelmässigen Verlauf genommen hat, die beiden seitlich noch verbundenen Individuen ein vollständig entwickeltes Peristom nebst Wimperscheibe und Wimperkranz und kurz darauf entwickelt sich bei beiden zugleich auch ein hinterer Wimperkranz (Fig. 17). Die Theilung hört nun auf weiter fortzuschreiten, beide Peristome contrahiren sich und so entstehen zwei tonnenförmige, mit hinteren Wimperkränzen versehene und seitlich festverbundene Vorticellen auf einem gemeinschaftlichen Stiele. Tritt die Abtrennung vom

---

[1]) Stein. Die Infusionsthiere. 1854. p. 27.

Stiele ein, so entsteht damit eine Form, welche mit der STEIN'schen Syzygienform grosse Aehnlichkeit hat (Fig. 18).

Verfolgen wir nun die Weiterentwicklung des gewöhnlichen Falles, wenn eine vollständige Theilung erfolgt ist und nur das eine der beiden Individuen die beschriebene tonnenförmige Gestalt mit dem hinteren Wimperkranze angenommen hat.

Beide Thiere werden durch plötzliche, starke Zusammenziehungen des Stielmuskels auf- und niederbewegt. Während die Contractionen des Stieles immer lebhafter werden, fängt das rechtwinklig zur Stielachse gestellte, contrahirte Thier an, sich stark um seine eigene Achse zu drehen, bis der Verband mit dem Stiele unterbrochen und das Thier frei wird (Fig. 13). Das Freiwerden scheint zu erfolgen durch immer tiefer einschneidende Einkerbung zwischen Stiel und Körper. Ist das Thier frei geworden, so bewegt es sich lebhaft hin- und hertanzend in unmittelbarer Nähe seiner früheren Anheftungsstelle, den bisherigen Anheftungspol nach vorn gerichtet.

Kurz darauf schwimmt es schnell in gerader Linie davon; dabei dreht es sich stets um seine Längsachse, während es sich gleichzeitig vorwärts bewegt. Von Zeit zu Zeit bleibt es auf ein und demselben Puncte lebhaft rotirend stehen, um dann seinen Weg weiter zu verfolgen. — Das auf dem Stiele zurückgebliebene Individuum macht sich bald auf die nämliche Weise frei. Es gehen also aus einem Mutterthier zwei freie Sprösslinge hervor.

Fahren wir nun in unserer Beobachtung der tonnenähnlichen, freischwimmenden Vorticellen fort. Nach dem früheren Anheftungspole läuft der Körper etwas breiter zu. Sein Inhalt ist, wie der der gestielten Vorticelle, feinkörnig, in der Mitte haben sich alle Nahrungskörnchen zu einem grossen Ballen angehäuft. Die Differenzirungen des Plasmas scheinen vollständig geblieben zu sein, auch ist eine Sculptur der Cuticula deutlich erkennbar. Der Nucleus kann durch Essigsäure sichtbar gemacht werden und zeigt sich wandständig. Ein Vermögen, welches Vorticellen auf dieser Entwicklungsstufe in hohem Masse zukommt und welches den gestielten Thieren in dieser Weise gänzlich abgeht, ist das, sich in der Richtung der Längsachse bedeutend auszudehnen oder zu verkürzen, so dass sie bald lang gestreckt, bald kurz und gedrungen erscheinen (Fig. 16).

Der oben besprochene Theilungsact findet, wie STEIN schon erwähnt, ebenso bei kleineren, als bei grösseren Individuen statt. Es scheint also diese Fortpflanzungsart an keine bestimmte Grösse gebunden zu sein.

Die lebhaften Bewegungen der freischwimmenden Vorticellen nehmen, nachdem sie einige Zeit angedauert haben, ab, sie beschränken sich bald nur noch auf einen kleinen Raum. Die Futterballen werden allmälig ausgeworfen, so dass der nunmehr ganz durchscheinende Körper nur von der feinkörnigen Substanz erfüllt bleibt; dabei nimmt er eine kugelige Gestalt an und wird, während der Rest des Nahrungskanales verschwindet, ganz geschlossen. Der hintere Wimperkranz verschwindet gleichfalls und scheint mit dem Plasma des Körpers vollständig zu verschmelzen. Dadurch, dass alle Differenzirungen aufgehoben werden, wird die Masse eine ganz gleichmässige, nur der Nucleus bleibt wandständig erhalten. Zu gleicher Zeit hat sich der Körper mit einer dicken, hyalinen Wand umgrenzt, so dass er als eine geschlossene Cyste erscheint, welche linsenförmig abgeplattet ist und als eine Scheibe im Wasser umhertreibt (Fig. 19 — 22).

Als eine seltene Ausnahme muss ich den Fall erwähnen, dass eine tonnenförmige Vorticelle nicht vom Stiele befreit werden konnte, ungeachtet ihrer energischen Versuche, den Verband zu unterbrechen. Die Encystirung trat dann jedoch in der nämlichen Weise ein. Untersuchte man jetzt den Stiel genauer, so fand man, dass das Contractionsvermögen aufgehört hatte, und dass der Muskel, dessen einzelne Bruchstücke im Innern der glashellen Stielhülle sich zeigten, zerfallen war. Die Cyste verweilte so lange bis sie durch äussere Einflüsse, durch Strömungen oder durch Berührung mit fremden Gegenständen frei wurde.

Cysten, welche sich auf die beschriebene Weise unter meinen Augen gebildet hatten, massen 0,054 bis 0,0702 Mm.

Die Dauer des ganzen Theilungs- und Encystirungsprocesses fand ich sehr ungleich, in einzelnen Fällen waren zur Vollendung 2—3 Tage erforderlich.

Nach einiger Zeit treten Veränderungen in dem Nucleus der Cyste auf; er zerfällt nämlich durch Abschnürung in seiner ganzen Dicke in etwa 6—10 Kugeln, welche alsbald frei im Innern der Cystenhülle umhertreiben (Fig. 21 und 23). Nach einer halben Stunde etwa platzt dann die Cystenwand, die Kügelchen treten ins Freie und treiben fort.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die aus dem Nucleus hervorgehenden Kügelchen durch Aufnahme von Stoffen aus dem Plasma wachsen, doch bin ich durch Messungen zu keinem bestimmten Resultate hierüber gekommen. — Die Kügelchen, welche etwas zur ovalen Gestalt hinneigten, massen, wenn frei geworden, ungefähr 0,0054 bis 0,0074 Mm. Ihre Masse ist sehr durchscheinend und feinkörnig; Differenzirungen konnte ich anfänglich nicht beobachten, bald aber war eine eigene Hülle sichtbar. Die Gestalt wird rasch vollständig kugelig, es tritt ein Wachsen ein unter Bildung von Vacuolen im Innern der Substanz (Fig. 25). Nach einiger Ruhe im Anfang dreht sich das Kügelchen langsam um seine Achse und bildet dann an einem der Pole einen äusserst feinen, durchscheinenden, ringförmigen Wulst (Fig. 26), welcher undulirende Bewegungen zeigt und endlich zu einem Wimperkranze umgebildet wird. Der Abschnitt zwischen den Wimpern faltet sich dann nach Innen, wodurch eine trichterförmige Einstülpung entsteht, die am Ende eine Mundöffnung zu bekommen scheint. Gleichzeitig ist die Gestalt des ganzen Körperchens mehr herzförmig geworden und die äussere Fläche zeigt nun ebenso, wie bei Vorticella eine Querringelung.

Auf diese Weise ist ein Infusorium entstanden, welches vollständig mit der von Ehrenberg beschriebenen Trichodina Grandinella[1] (Fig. 28) übereinstimmt. Unter raschen, stossenden Bewegungen schwimmt es umher, um sich schliesslich, wie wir später sehen werden, in eine Vorticella nebulifera umzubilden. Die Grösse dieser Trichodina schwankt zwischen 0,0162 und 0,0432 Mm. Die Körperform ist, wie gesagt, herzförmig, am bewimperten Ende am breitesten. Der Wimperkranz ist bei einer Betrachtung von der Seite scheinbar nicht geschlossen, betrachtet man ihn aber von oben, so zeigt er sich ringsum geschlossen, auf welche Bildung schon Ehrenberg hinwies. — Bei der von mir angewandten Carminfütterung beobachtete ich eine rasche Aufnahme der Carminkörnchen, welche sich im Innern des Körpers als Nahrungsballen erkennen liessen und nach einiger Zeit an der nämlichen Stelle, wo sie eingetreten waren, wieder nach aussen gelangten.

Die Masse des Körpers ist feinkörniges Protoplasma, in welchem von Zeit zu Zeit mehrere Vacuolen auftreten. Von der Existenz eines Nucleus habe ich mich nur ein einziges Mal überzeugen können mittelst Anwendung von Essigsäure. Der Versuch ist deshalb ein äusserst schwieriger, weil bei der geringsten Zufuhr eines Reagenz der Körper des Thieres sofort derartig zusammenschrumpft, dass nichts weiter an ihm zu erkennen ist. Die Andeutung des Nucleus war, auch in dem einen Falle, in dem es mir gelang, ihn zu constatiren, nur sehr schwach.

Fortgesetzte Beobachtung der Trichodina liess zunächst ein deutliches Wachsen und eine Vermehrung durch Theilung erkennen (Fig. 30 bis 33).

Bevor die Theilung stattfindet, bemerkt man an dem umherschwimmenden Thiere ein zeitweiliges Ausstrecken; während diese Streckung eine mehr bleibende wird, bildet sich an dem dem Wimperkranze entgegengesetzten Ende ein äusserst feiner, durchscheinender, undulirender

---

[1] Die Infusionsthierchen p. 267. Tafel XXIV Fig. VI.

Wulst, welcher sich allmälig in einen Wimperkranz umbildet (Fig. 30). Ist die Streckung dauernd geworden, so bekommt das Thier in der Mitte eine Einschnürung und dadurch eine Bisquitform (Fig. 32). Die Einschnürung wird immer stärker und endigt mit der Trennung des Ganzen in zwei vollkommen ausgebildete Trichodinen, die sich munter umherstrudelnd unter ihres Gleichen mischen (Fig. 33). Der ganze Theilungsprocess nimmt kaum fünf Minuten in Anspruch. Bei der Bildung des zweiten Wimperkranzes versuchte ich die Entstehung des Mundes zu beobachten. Ich bemerkte bald, wie die Cuticula in dem vom Wimperkranze umschlossenen Theil sich nach Innen einstülpte und zusammenfaltete, wodurch eine Röhre entstand. Die Faltung nahm schliesslich den ganzen von Wimperhaaren umschlossenen Raum ein, es bildete sich eine trichterförmige nach Innen gerichtete Einstülpung. Dadurch scheint die Region, auf welcher der Wimperkranz steht, beeinflusst zu werden, so zwar, dass die Wimpern nicht überall in gleichem Niveau liegen. Es scheinen Unterbrechungen in der Wimperreihe stattzufinden, ja in der Regel sieht man die Wimpern büschelförmig zusammengestellt. Betrachtet man dagegen das Thier von oben, d. h. in der Richtung der Längsachse, so scheinen die Wimpern in einem vollständig geschlossenen Kreise zu stehen. Was aber die wahre Lage der Wimpern sei, ist schwer zu bestimmen und ihr Bild war mir stets ein unsicheres. Das neu entstandene Individuum nimmt Futter zu sich, es muss sich also am Boden des Trichters eine Stelle gebildet haben, durch welche die Nahrung in das Innere des Körpers eintreten kann.

In der oben geschilderten Weise geht die Vermehrung oft sehr rasch von statten, so dass im engsten Raum bald zahlreiche Trichodinen sich lustig umhertummeln.

Wir haben nun ferner zu betrachten, wie sich die Trichodina zur Vorticella weiter entwickelt.

Hierbei muss ich erwähnen, dass ich die Entwicklung der Verticelle durch alle Stadien an ein und demselben Thiere verfolgt, indem unter meinen Augen ein aus einer Cyste hervorkommendes Kügelchen sich zur Trichodina entwickelte, diese sich theilte, und die eine der durch Theilung entstandenen Trichodinen zur Vorticelle auswuchs. Die einzelnen Stadien dieser Entwicklungsvorgänge habe ich zu wiederholten Malen an verschiedenen Thieren beobachtet. Ob nun nicht auch ohne vorausgegangene Theilung eine Vorticella aus einer Trichodina entstehen könne, habe ich nicht zu entscheiden vermocht.

Bei unserer Trichodina treten nun zunächst Erscheinungen auf, welche auf eine neue Theilung hinzudeuten scheinen, aber der weitere

Fortgang ist ein ganz anderer. Abermals tritt eine Streckung ein, an welcher sich diesmal der von den Wimpern umschlossene Trichter betheiligt, indem er sich ausstülpt und so eine von dem Wimperkranz umgebene Kuppel bildet (Fig. 34).

Jetzt ist der Wimperkranz deutlich geschlossen und dadurch wird nun eine Aehnlichkeit mit den durch Theilung entstandenen, freischwimmenden Vorticellen unverkennbar, wenn auch kleine Unterschiede vorhanden sind. Als solche habe ich nämlich zu erwähnen, dass, während freischwimmende Theilungsvorticellen fast immer noch eine Mundöffnung und einen Rest von Speiseröhre erkennen lassen, die Trichodinen auf diesem Stadium an der entsprechenden Stelle völlig abgerundet sind. Ferner bemerkt man, wie ich oben anführte, in dem Inneren der freischwimmenden Vorticellen einen centralen Futterballen, der wie ein dunkler Fleck erscheint; bei diesen Trichodinen dagegen ist die innere Masse äusserst durchscheinend und zeigt niemals einen solchen Futterballen.

Diese Trichodine nun heftet sich an einen fremden Gegenstand unter Ausscheidung eines Stieles an und bildet so vollständig eine neue, gestielte Vorticelle. Ich will nun auf diese beiden Vorgänge der Anheftung und Stielabsonderung näher eingehen.

Nach lang andauerndem, raschen Fortschnellen unter zeitweiligem Contrahiren (Fig. 34 und 35) tanzt die Trichodina von Zeit zu Zeit auf und nieder, die kuppelförmige Ausstülpung zwischen den Wimpern nach vorn gerichtet. Allmälig werden die Bewegungen langsamer und statt des Tanzens tritt lebhaftes Drehen um die Längsachse ein. Sie scheint sich an der Stelle, an welcher sie sich dreht, anheften zu wollen.

An dem den Wimpern gegenüber liegenden Pole zeigt sich der Anfang zu einer Peristombildung (Fig. 36), zugleich nimmt die kuppelförmige Seite zwischen den Wimpern eine birnförmige Gestalt an (Fig. 37). Damit bildet sich hier eine Verlängerung und mittelst dieser legt sich das Thier gegen einen Gegenstand (Fig. 38); und nun konnte ich mich in einem günstigen Moment (die Oberfläche des Gegenstandes war nämlich in scharfer Profilstellung) überzeugen, wie eine starke Ausscheidung einer Substanz stattfand, welche als Klebstoff die Anheftung bewirkte. Es kam mir vor, als ob sich die ausgeschiedene Masse mit feinen, im Wasser suspendirten Körnchen gemischt hätte. Eine Erklärung dieses Vorgangs ist mir nicht gelungen. — Jedoch will ich hier im Anschluss bemerken, dass, wenn eine Vorticelle mit ihrem ganzen Stiele von der Anheftungsstelle losreisst, stets am Ende des Stieles ein Klümpchen mit weggeführt wird, in welches feine Körnchen eingebettet sind; und dieses dürfte wohl die an der Anheftungsstelle ausgeschiedene Masse sein.

Während das Thier sich anheftet, muss man besonders darauf achten, das Präparat so ruhig wie möglich zu halten, denn der noch nicht fest gewordene Verband bricht leicht ab, und das Thier beginnt dann wieder frei umher zu schwimmen.

Daraus erhellt von selbst, wie schwierig dieser Vorgang zu beobachten ist; man darf froh sein ein paar Mal gesehen zu haben, wie eine Trichodina sich in eine vollständig entwickelte, gestielte Vorticella umwandelt.

Ist die Anheftung einmal erfolgt, so ist es leicht, das weitere Wachsthum des Stieles zu verfolgen (Fig. 39, 40). Innerhalb einer Stunde nahm der Stiel um 0,03 Mm. an Länge zu. Zuerst wird nur homogenes Plasma ausgeschieden; kaum aber ist eine Strecke des Stieles ausgebildet, so differenzirt sie sich in Muskel und Cuticula. Auf welche Weise dies vor sich geht, ist eine noch zu beantwortende Frage.

Während der Ausscheidung des Stieles verschwindet der Wimperkranz mehr und mehr, gleichzeitig geht die Entfaltung eines Peristoms rasch vor sich, bis sich endlich die Vorticelle ganz ausgebildet hat.

Fassen wir den ganzen Entwicklungsvorgang noch einmal ins Auge, so ist nicht zu verkennen, dass es sich hier um Vorgänge handelt, die wir in den Kreis des Generationswechsels einreihen können; indem die Generationen der Vorticellen und Trichodinen, jede mit ungeschlechtlichen Fortpflanzungen sich vermehrend, in regelmässiger Folge mit einander wechseln.

Ich kann hier noch kurz erwähnen, dass diese meine Beobachtung über diesen Wechsel der Generationen auch damit übereinstimmt, dass sowohl an denjenigen Orten, von welchen ich das Material für meine Untersuchungen holte, wie auch in meinen Behältern, in denen ich die Vorticellen aufbewahrte, leicht die wechselnde Folge von Vorticellen, Cysten, Trichodinen und wieder Vorticellen zu constatiren war, sobald ich einmal den entwicklungsgeschichtlichen Vorgang erkannt hatte.

d. Conjugation.

Neben der besprochenen ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Theilung, Encystirung und Brutbildung habe ich noch einen Conjugationsact zwischen gestielten Vorticellen und freischwimmenden Theilungsvorticellen zu erwähnen. Ich kam auf diese Erscheinung am Anfang meiner Untersuchungen, vermuthete damals, dass Conjugation und Theilung neben einander auftreten könnten und glaubte, durch fortgesetzte Beobachtung vielleicht geschlechtliche Fortpflanzung constatiren zu können.

Die Art und Weise der Conjugation war ebenso, wie sie von Greeff beobachtet worden ist[1]. Man sieht dabei nämlich eine freischwimmende Theilungsvorticelle nach lebhaftem Umherschwimmen zu wiederholten Malen stossweise gegen die Seitenfläche einer festsitzenden antanzen (Fig. 44). Wiederholte Angriffe misslingen durch das plötzliche Zurückschnellen der gestielten Vorticelle; endlich sitzt die freischwimmende Vorticelle in den meisten Fällen mit dem früheren oralen Pole an irgend einer Stelle des seitlichen Umfanges der festsitzenden Vorticelle, und damit leitet sich der Vorgang der Verschmelzung ein. An den Berührungsflächen beider Thiere ist bald ein Grenzcontour nicht mehr zu erkennen; und nun folgen rasch die Vorgänge, durch welche das anfänglich freischwimmende Thier mit dem festsitzenden verschmilzt. Die vorher freischwimmende Vorticelle wird dabei kürzer und kürzer, jemehr die Verschmelzung fortschreitet und erscheint endlich, wie es in Figur 45 dargestellt ist, wo nur noch das kuppelförmige Körperende mit dem Wimperkranz übrig geblieben. War die Verschmelzung nahezu vollendet, so war noch ein kleines Stümmelchen vorhanden mit stäbchenartigen Gebilden am Rande. Nach Greeff fällt dieses schliesslich vom Körper ab, mir gelang es nun zwar nicht einen derartigen Vorgang direct zu beobachten, jedoch werde ich zu der gleichen Annahme genöthigt, da die Stümmelchen, nachdem ich meine Präparate in der feuchten Kammer aufbewahrt hatte, bei Fortsetzung meiner Experimente grossentheils von der Oberfläche der Vorticellen verschwunden waren. Fig. 47 giebt einige Anhänge dieser Art, wie ich sie häufig bemerken konnte. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass dieses Gebilde die zusammengeschrumpfte Cuticula des früher freischwimmenden Thieres darstellt.

Einmal sah ich, wie eine freischwimmende Vorticelle sich mit einer festsitzenden conjugirte, welche sich vor Kurzem getheilt hatte und mit ihrer Gefährtin noch an dem nämlichen Stiele sass (Fig. 46).

Conjugation zwischen zwei gestielten Vorticellen, wie sie Stein[2] bei Vorticella microstoma beobachtete, und welche zur Entstehung der Syzygienform Veranlassung giebt, habe ich hier nie gesehen.

Als ein geschlechtlicher Vorgang dürfte der von mir beobachtete Act wohl nicht zu deuten sein; wenigstens habe ich nach dem Eintritt solcher Conjugationen nie etwas beobachtet, was auf eine folgende Fortpflanzung hätte hindeuten können.

---

[1] Archiv für Naturgeschichte 37. Jahrgang 2. Heft p. 206.

[2] Der Organismus der Infusionsthiere. Leipzig 1867. p. 72.

Nachdem ich zu wiederholten Malen diese Conjugationen verfolgt hatte, ohne zu einem bestimmten Ergebniss gekommen zu sein, führte mich eine Beobachtung zu Anschauungen, welche von den bisher üblichen abweichen.

Bei einem Versuche nämlich, zu erfahren, wie sich Vorticellen unter allmäligem Austrocknen des Wassers, in welchem sie leben, verhielten, erstaunte ich nicht wenig, als ein äusserst lebhaftes Conjugiren eintrat, nachdem bereits ein Theil des Wassers verdunstet war.

Ich prüfte sogleich das Wasser in dem Behälter, aus welchem meine Versuchsthiere genommen waren, fand aber dort keine Spur von Conjugationsvorgängen; so lag nun die Vermuthung nahe, dass die Verdunstung des Wassers einen Anstoss zur Conjugation gegeben habe. Wiederholte Versuche ergaben stets das nämliche Resultat, und es wurde dadurch meine Vermuthung, dass Wassermangel zu einer Conjugation Veranlassung gebe, ausreichend bestätigt.

Um zu erfahren, ob auch andere Einflüsse zur Conjugation führten, stellte ich eine Reihe von Experimenten an, und zwar zunächst über den Einfluss der Temperatur auf unsere Thiere. Eine Erniedrigung der Temperatur in der Weise, dass ich ein Glas mit Vorticellen 24 Stunden lang in Eis stellte, rief keinerlei Conjugations-Erscheinungen hervor, dagegen stellten sich zahlreiche Theilungen ein.

Ebenso wenig rief eine gesteigerte Temperatur Conjugation hervor. An Vorticellen, welche ich 24 Stunden in einer Brütemaschine bei einer Temperatur von + 40 C. aufbewahrt hatte, waren die meisten Thiere abgestorben, einzelne zeigten sich in stark contrahirtem Zustande noch lebend. Kühlte ich das Wasser nachher wieder ab, so entfalteten sich die noch nicht abgestorbenen contrahirten Thierchen und das Wirbeln der Wimpern nahm von Neuem seinen Anfang.

So wenig wie hier Conjugation eintrat, ebensowenig war es unter der Einwirkung von Kohlensäure der Fall; wurde solche in grösserer Menge zugeführt, so hatte das nur das Absterben aller Vorticellen zur Folge.

Die einzige Ursache der Conjugationsvorgänge also, welche ich constatiren konnte, war Wassermangel. Damit soll nicht behauptet sein, dass nicht auch andere Einflüsse Conjugation herbeiführen können. Denn wenn z. B. CLAPARÈDE sagt, Conjugationserscheinungen träten bei Infusorien gleichsam epidemisch auf, so tritt die Vermuthung nahe, dass irgend welche äussere Einflüsse, welche gemeinsam auf eine Infusorienmenge einwirken, hier die Conjugations-Epidemie hervorgerufen hätten. Derartige Einflüsse werden noch näher zu untersuchen sein.

Dass, wie **Balbiani** behauptet, die Jahreszeit auf derartige Vorgänge Einfluss habe, habe ich bei meinen Untersuchungen an den Vorticellen, welche vom Februar bis Juli gemacht wurden, nicht constatiren können.

Die Bedeutung der hier beobachteten Conjugation besteht meiner Ansicht nach darin, dass die Widerstandsfähigkeit gegen eintretenden Wassermangel durch eine Volumzunahme bei einer relativen Verringerung der Körperoberfläche, wie sie durch die Conjugation erfolgt, erhöht wird. **Cienkowski**[1]) hat für ähnliche Vorgänge bei Noctiluca miliaris auf eine gesteigerte Assimilationsfähigkeit der conjugirten Organismen hingewiesen.

Die von mir dargelegte Anschauung über Conjugation bezieht sich selbstverständlich zunächst nur auf diese bestimmten Verschmelzungsvorgänge bei Vorticella nebulifera. Ob eine Conjugation bei Vorticellen auch als ein geschlechtlicher Act auftreten kann, ist meines Erachtens zur Zeit unentschieden. Jedenfalls müssen hier genauere Untersuchungen erst noch gemacht werden, um festzustellen, ob etwa Conjugationen von ungleicher Bedeutung bei diesen Thieren sich finden. Ebenso wenig aber kann behauptet werden, dass alle Conjugationen der Infusorien von dem von mir eingenommenen Gesichtspuncte aus beurtheilt werden dürfen; vielmehr dürfte hier die Anschauung, dass diese Conjugationsvorgänge, bei welchen ausser dem Nucleus auch noch ein Nucleolus eine Rolle spielt, mit einer geschlechtlichen Fortpflanzung in Beziehung stehe, bis auf Weiteres noch unerschüttert dastehen.

Falsche Encystirung.

Wir haben gesehen, dass die Encystirung ein nothwendiges Glied in der entwicklungsgeschichtlichen Reihe ist. Vergleichen wir nun den Process des Ausschwärmens der aus dem Nucleus gebildeten Brut mit einem anderen Vorgange, welcher wahrscheinlich mit dem übereinstimmt, welcher von **Stein** beobachtet wurde.

Stein beschreibt, wie aus einer Vorticellencyste eine Brut von kleinen, spindelförmigen Körperchen ausschwärmte, oftmals so, dass dieselben anfänglich in einer aus der Cyste hervorgequollenen Gallertblase sich herumbewegten[2]). Diese Brut, welche sich schliesslich durch die Wassermasse vertheilte, lieferte für die weitere Verfolgung der Entwicklungsgeschichte der Vorticellen keine näheren Resultate.

---

[1]) Archiv für mikroskopische Anatomie von **Max. Schultze** 9. Band 1. Heft. Bonn 1872. p. 47.

[2]) Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht. Leipzig 1854. p. 194.

Derartige ausschwärmende Körperchen beobachtete ich ebenfalls hier und da, jedoch stets ohne die Möglichkeit zu erlangen, sie als eine richtige Vorticellenbrut zu erkennen (Fig. 41, 42). Cysten, welche zu einer derartigen Brut Anlass gaben, waren sowohl aus gestielten, als aus freischwimmenden Vorticellen gebildet. Ein solcher Encystirungsvorgang währte ungefähr eine Stunde. Diese Cysten, welche stets in ungeheurer Menge auftraten, waren im Gegensatz zu den früher erwähnten, welche eine aus dem Nucleus gebildete Brut erzogen, getrübt und intensiv gelb gefärbt. In diesen Cysten entwickelte sich, ohne dass der Nucleus daran betheiligt war, eine Menge von Körperchen, welche schliesslich in der Gestalt der oben erwähnten spindelförmigen Körperchen ausschwärmten.

Bei der Cystenbildung selbst war der Unterschied von der normalen Encystirung zu bemerken, dass in diesem Falle die Vorticellen, falls sie mit Carmin gefüttert waren, diese Nahrungsballen nicht auswarfen, wie das vor jeder normalen Encystirung eintritt.

Hatten sich solche Cysten mit den Carmin-Körnchen im Inneren eine Zeit lang im Wasser umhergetrieben, so färbte sich allmälig die ganze Masse des Cysteninhalts roth, namentlich nahm der Nucleus eine intensiv dunkle Färbung an und hob sich dadurch scharf ab. Nichts destoweniger waren die später ausschwärmenden Körperchen vollkommen farblos. Diese Erscheinung lehrt uns, dass wir im gefärbten Inhalt der Cyste, und besonders im Nucleus eine abgestorbene Masse vor uns haben, denn nur diese kann sich durch Carmin imbibiren; dass dagegen die ausschwärmenden Körperchen aus einem lebenden Protoplasma bestehen, eben weil sie vom Carmin nicht gefärbt werden. Für die Deutung des Vorganges, auf die ich später zurückkomme, ist dieses aber von Wichtigkeit.

Das Ausschwärmen erfolgte, indem entweder die Cystenhülle zerriss und die Körperchen einzeln austraten, oder indem die Körperchen zu einem Klümpchen zusammengeballt blieben und frei wurden dadurch, dass die Hülle sich allmälig auflöste. Im letzteren Falle schwamm dieses Klümpchen frei im Wasser umher und dann befreite sich jedes spindelförmige Körperchen allmälig und bewegte sich selbständig weiter fort.

Nicht alle derartigen Cysten aber gaben zu einer solchen Brut Anlass, vielmehr gingen viele zu Grunde, indem sie, wenn sie keinen Carmin aufgenommen hatten, immer blasser wurden und sich allmälig ganz auflösten.

Beim ferneren Beobachten der Brut sah ich, wie die Körperchen sich unter raschen Bewegungen um ihre Längsachse fortschnellten. Allmälig nahm jedoch die Schnelligkeit der Bewegungen ab, die Körperchen wurden etwas kugelig und zerfielen schliesslich in ein Häufchen kaum sichtbarer Körnchen (Fig. 43).

Wie haben wir nun diese Erscheinungen aufzufassen?

Im Anfang meiner Untersuchungen arbeitete ich immer mit der Benutzung von Deckgläsern und erhielt dabei immer diese falsche Cystenbildung. Es schien mir dann, als ob in der Verwendung der Deckgläser die Ursache zu einer derartigen Cystenbildung liege; ich liess deshalb bei meinen ferneren Beobachtungen die Deckgläser weg, brachte die Vorticellen möglichst isolirt auf das Objectglas und sorgte stets für reichliche Wasserzufuhr. Der Erfolg war, dass sich jetzt stets nur Cysten der zuerst beschriebenen Art bildeten, in welchen die normale Brut aus dem Nucleus hervorging.

Es musste also die Frage entstehen, worin der schädliche Einfluss begründet sei, der durch das Auflegen des Deckglases auf den vorticellenhaltigen Wassertropfen entstand, und zu einer Cystenbildung führte, welche dem Absterben der Thiere vorausging.

Ein Druck, welcher vom Deckglase etwa ausgehend schädlich einwirken konnte, ist nicht anzunehmen, da die beobachteten Thiere immer reichlichen Spielraum für ihre Bewegungen hatten, sie mithin rings vom Wasser umgeben keinerlei Druck ausgesetzt waren. Wohl aber wäre zu erwägen, dass durch das Auflegen des Deckglases das Wasser von der Berührung mit der atmosphärischen Luft wesentlich abgesperrt wurde. Dadurch konnten Schädlichkeiten entstehen, sei es dass eine genügende Aufnahme von Luft ins Wasser oder eine Abgabe etwa entstandener nachtheilig wirkender Gase an die Luft verhindert wurde. Es wird des Weiteren zu untersuchen sein, welche Einflüsse sich etwa da geltend machen, wo man eine derartige Cystenbildung massenhaft im Freien eintreten sieht.

Es entsteht nun weiter die Frage: was sind die spindelförmigen Körperchen, die durch Carmin ungefärbt bleiben? Nach den Untersuchungen Oscar Grimm's über Vibrionen [1]) glaube ich, dass wir es in diesen spindelförmigen Körperchen mit parasitischen Organismen zu thun haben. Denn das einemal stimmen diese Körperchen ganz überein mit Vibrionen wie sie Grimm beschrieben hat, andererseits fand ich im Wasser, in dem sich solche Cysten entwickelten, freischwimmende Vibrionen. Nun habe ich allerdings nicht beobachtet, dass solche Vibrionen von aussen her in die Vorticellen oder in die bereits gebildeten Cysten eingedrungen seien; möchte aber darauf hinweisen, dass möglicher Weise ein solcher Vorgang hier doch stattfindet, und dass wir dann also in den spindelförmigen Körpern es mit Abkömmlingen von Parasiten zu thun haben können, welche von aussen her eingedrungen sind. Dann aber bleibt auch noch die Möglichkeit, dass ein Theil dieser Cystenbildung auf eine Einwanderung solcher Parasiten zurückgeführt werden könnte.

---

[1]) Archiv für mikroskopische Anatomie von M. Schulze 9. Band I. Heft. Bonn 1872, p. 118.

Allgemeine Resultate.

Am Ende meiner Untersuchungen über Bau und Lebensverhältnisse des Vorticellenkörpers angelangt, bleibt mir noch die Frage zu erledigen, welche Stellung im System diese Thiere einzunehmen haben.

Greeff hat in seiner Arbeit über Vorticellen Anschauungen ausgesprochen, welchen die meinigen zum grossen Theil geradezu widersprechen, die sich dagegen der Stein'schen von Greeff bekämpften Ansicht unmittelbar anschliessen.

Er nimmt nämlich Lachmann's Ansicht folgend an, dass im Inneren des Vorticellenkörpers eine von dünnflüssigem Nahrungsbrei erfüllte Leibeshöhle sei. Dieser Nahrungsbrei soll durch die stete Zufuhr von neuer Nahrung und von Wasser durch den Mund, sowie durch die Abgabe der verbrauchten Stoffe durch den After in einem fortwährendem Wechsel erhalten werden. Greeff sieht demnach diesen Hohlraum für einen Gastrovascularraum an, in welchem eine ähnliche Verdauung und Circulation stattfinden soll, wie bei den Coelenteraten. Die in ihm stattfindende Rotationsbewegung, behauptet er, ist nicht die einer zähen contractilen Substanz nach Art der sonst bekannten, amoeboiden, langsam kriechenden Protoplasmaströme, sondern überall eine weit lebhaftere, welche zuweilen selbst in leicht zitternde Strömung übergeht. Das Vibriren der Bewegung hält er für einen deutlichen Beweis dafür, dass diese durch eine leichtflüssige, nicht contractile Substanz, also gerade nicht durch Protoplasma getragen werde.

Ich habe dagegen zunächst einzuwenden, dass ich ein Vibriren der sich bewegenden Körperchen in der Vorticella nebulifera nicht beobachtet habe; ich vermuthe, dass diese vibrirende Bewegung etwa mit den Bewegungen übereinstimmen mag, welche man z. B. in dem Inhalt der Speichelkörperchen wahrnimmt.

Meine Beobachtungen zeigten mir vielmehr das schon oben beschriebene Verhalten, dass die innere Masse, das wäre also Greeff's Chymus, stets in einer langsamen, äusserst regelmässigen Strömung nach bestimmten Richtungen sich fortbewegte, so zwar, dass diese Strömung zunächst der Peripherie eine raschere war, während sie in der Mitte nur langsam fortschritt, ja selbst eine wirkliche Bewegung hier und da in Zweifel ziehen liess. — An dieser Strömung, die sich in dem regelmässigen Fortschreiten der feinen in das Protoplasma eingebetteten Körnchen äusserte, nahmen auch die in diese Masse eingetretenen Nahrungsballen Theil.

Nach meiner Meinung ist diese Strömung aber nur mit den Bewegungserscheinungen zu vergleichen, wie wir sie z. B. an dem Protoplasma der Pflanzenzellen beobachten, vielleicht auch mit jener an den Pseudopodien der Rhizopoden.

Ich muss also vor Allem ganz entschieden der Behauptung, dass die Bewegung innerhalb der centralen Substanz eine unregelmässige sei, widersprechen; kann darin nicht die passive Bewegung einer an sich unbeweglichen Substanz sehen, wie es doch der Chymus nach der Greeff'schen Auffassung sein würde, sondern vielmehr die Eigenbewegung eines lebendigen Protoplasma.

Wie sollte man sich überhaupt, vorausgesetzt dass wir es hier mit Chymus zu thun haben, in einer an und für sich bewegungslosen Masse eine solche Bewegung entstanden denken? Eine Ursache könnte man allerdings in der sich bewegenden angrenzenden Rindensubstanz finden. In diesen Theilen existirt ja eine deutliche Strömung, die allerdings Greeff entgangen zu sein scheint. Würde aber diese Strömung einen Einfluss ausüben, d. h. eine Bewegung der inneren Substanz veranlassen, so müsste man erwarten, dass die letztere die gleiche Richtung wie die der Rindensubstanz einschlage. Gerade das Umgekehrte beobachtete ich; beide Strömungen, welche sich durch grosse Regelmässigkeit kennzeichnen, glitten an einander in entgegengesetzter Richtung vorbei. Und so kann auch daran also nicht gedacht werden, dass die active Bewegung der Rindensubstanz die centrale Masse zur Rotation bringe.

Als weiteren Beweis für die Richtigkeit seiner Behauptung führt Greeff das Ergebniss eines von ihm angestellten Experimentes an.

Er sagt etwa: Wenn man eine gut genährte Vorticelle aus dem Wasser auffischt und in reinem Wasser eine Zeit lang aufbewahrt, so werden die Futterballen allmälig ausgeworfen, der Körper wird heller und gestreckter, die Wandungen bekommen Falten, endlich ist aus der wohlgenährten Vorticelle ein schmächtiges, collabirtes Thierchen geworden, dessen Körperdecken hier und dort in tiefen Falten und Einbuchtungen in die entlerte »Magenhöhle« eingesenkt sind. Ein solches Collabiren des Körpers durch die Entlerung der »Magenhöhle« habe ich unter normalen Verhältnissen ebenso wenig beobachtet, als ich aus eigner Anschauung über dies Greeff'sche Experiment urtheilen kann.

Wie ich bei der Besprechung der Fortpflanzung erwähnte, sah ich, bevor Encystirung auftrat, alle Nahrungsballen ausgeworfen werden, ohne dass auch nur eine Spur von Faltenbildung sich zeigte. Die übrig gebliebene centrale Substanz gewährte nach wie vor das Bild einer Protoplasmamasse, in der stets die gleiche langsame Körnchenströmung stattfand.

Faltenbildung beobachtete ich nun zwar in anderen Fällen, aber offenbar als eine krankhafte Erscheinung, und so ist die Deutung, welche ich ihr geben zu müssen glaubte, eine andere, als die von Greeff ausgesprochene. Ich sah mitunter in Präparaten, in denen sich viele lebhaft wirbelnde Vorticellen befanden, einige Individuen stark gefaltet, trotzdem dass Nahrungsballen im Innern dieser Thiere noch vorhanden waren. Die vorher lebhaften Bewegungen hatten bei ihnen grösstentheils aufgehört, das Wirbeln war nur noch schwach, und es konnte von einem regelmässigen Ein- und Ausströmen keine Rede mehr sein; solche Thiere waren augenscheinlich dem Absterben nahe, wie ich denn auch in einigen wirklich den Tod erfolgen sah.

Ich sehe danach in diesen Thieren solche, welche an ihrem Körper eine krankhafte Veränderung erlitten haben. Das aber geht nun vielleicht Hand in Hand mit einer möglicher Weise durch Wasserverlust entstandenen Volumverminderung der centralen Masse, vielleicht auch der Rindenschicht; tritt aber eine solche ein, so muss die festere und zähere Rindenschicht sich nothwendiger Weise in Falten schlagen. Sollten etwa in dem Greeff'schen Experiment bei den Thieren ähnliche krankhafte Zustände, und damit verbunden eine Faltenbildung aufgetreten sein?

Greeff sagt ferner, dass nach dem Auswerfen der Nahrungsballen und dem Auftreten einer Faltung Wasser in den Körper der Thiere aufgenommen und dadurch der Körper wieder prall geworden sei. Aus eigner Beobachtung kenne ich eine solche Wasseraufnahme nicht. Tritt sie ein, so wird damit jedenfalls eine Volumzunahme der inneren Substanz, nach meiner Auffassung eines imbibitionsfähigen Protoplasma, erfolgen, und dadurch eine Ausgleichung der Falten eintreten, ohne dass man deshalb auf die Annahme einer Magenhöhle zu kommen braucht.

Es hat Greeff ferner behauptet, dass bei dieser Wasseraufnahme, welche nach seiner Anschauung den in der Magenhöhle enthaltenen Chylus verdünnen sollte, die Bewegung der Körnchen eine schnellere werde. Abgesehen davon, dass wir für das Zustandekommen der Bewegung überhaupt, falls sie im Chymus stattfinden soll, keine Erklärung haben finden können, darf ich hier wohl darauf hinweisen, dass in einem dünnerwerdenden Protoplasma die Körnchenbewegung überhaupt eine schnellere werden kann; und möchte daran auch erinnern, wie der Inhalt der Speichelkörperchen eine sehr viel raschere Bewegung zeigt, sobald das Körperchen durch Wasseraufnahme eine Verdünnung seiner Substanz erfahren hat.

Wie endlich Greeff die nach dem Ausstossen der Nahrungsballen übrig gebliebenen Bestandtheile als Körperchen von constanter Gestalt und Grösse beschreibt, so glaube ich darin eher Bestandtheile von Protoplasma als von Chymus erkennen zu müssen.

Doch abgesehen von diesen Vorgängen, wie sollte man die Erscheinungen erklären, welche nach stattgefundener Encystirung auftreten? Wie ich schon früher näher ausgeführt habe, verschwinden dann alle Differenzirungen des Protoplasma, die ganze innere Cystenmasse erscheint homogen, durchscheinend und von feinen Körnchen erfüllt; die aus dem Nucleus entstandenen Kugeln bewegen sich frei durch die ganze Cyste. Wäre die innere Masse Chymus gewesen, so müsste sich dieser beim Verschwinden der Differenzirungen ausgedehnt und den Hohlraum der Cyste gleichförmig erfüllt haben. Das aber ist doch sehr unwahrscheinlich. — Meiner Ansicht nach tritt dieses Homogenwerden dadurch ein, dass die verschiedenen Imbibitionszustände im Plasma aufgehoben werden.

Aber den kräftigsten Beweis dafür, dass die innere Masse Protoplasma, nicht ein die »Magenhöhle« füllender Chymus oder Blut ist, liefert das bedeutungsvolle Auftreten von Vacuolen in ihr. Diese Erscheinung, von welcher ich mich vollständig überzeugt habe, kann doch wohl nur im Protoplasma stattfinden. Eine Vacuolenbildung im Chymus ist mir undenkbar.

Habe ich so Greeff's Ansicht von der Anwesenheit eines mit Chymus gefüllten Hohlraums im Körper der Vorticelle zurückweisen müssen, in der Meinung, dass wir es statt dessen mit Protoplasma zu thun haben, in welches die Nährsubstanzen aufgenommen werden, so muss ich mich selbstverständlich gegen die andere Anschauung Greeff's wenden, dass die Vorticelle sich den Coelenteraten nähere. Ich thue dies aber besonders mit Rücksicht auf die Auffassung, welche ich von dem ganzen Organismus der Vorticelle gewonnen habe. Denn wenn die Coelenteraten Thiere sind, welche in ihren beiden den Körper zusammensetzenden Blättern Vielheiten von Zellen darstellen, so ist für mich die Vorticelle im strengsten Gegensatz dazu vielmehr ein einzelliges Thier; ich schliesse mich also den Anschauungen an, welche von Dujardin, v. Siebold und Kölliker über die Infusorien überhaupt ausgesprochen wurden, allerdings für unseren speciellen Fall mit bestimmten Einschränkungen.

Vergleichen wir nun die ausgebildete Vorticelle mit einer Zelle überhaupt. Wie als die wesentlichen Bestandtheile der Zelle der Kern und das mannigfaltig sich gestaltende Protoplasma unterschieden werden, so ist auch der Körper der Vorticelle aus Kern und Protoplasma zusammengesetzt.

Der Kern der Vorticelle ist, wie der Kern aller Zellen, scharf von dem Plasma gesondert und besteht aus einer dichteren Masse, welche bei Einwirkung von Essigsäure schärfer contourirt erscheint. Bei Behandlung mit Carminlösung wird er stärker als das Protoplasma gefärbt und erinnert also auch in dieser Beziehung an den Zellkern überhaupt.

Die übrige Körpersubstanz der Vorticelle weicht in ihrem Aussehen nicht von dem ab, was wir gewöhnlich Zellenprotoplasma nennen. Mit dem Protoplasma vieler Zellen stimmt diese Masse darin überein, dass ihre centralen Theile weicher sind, als ihre peripheren Schichten.

In den weicheren Theilen hat die Masse des Vorticellenkörpers jene Bewegungsfähigkeit, die wir von manchen Zellen kennen, und die sich, wie sie durch die Strömung der Körnchen hervortritt, am leichtesten mit der Protoplasmabewegung der Pflanzenzellen vergleichen lässt, oder mit derjenigen, welche von der Leibesmasse der Myxomyceten oder Rhizopoden bekannt ist. Nur darin dürfte eine Differenz zu erkennen sein, dass die Strömung bei Vorticella eine gegenläufige ist, die aber vielleicht in der ebenfalls in entgegengesetzter Richtung sich bewegenden Körnchenströmung an den Pseudopodien der Rhizopoden ein Analogon findet.

Die weiche centrale Leibesmasse der Vorticelle verhält sich ferner darin ähnlich, wie das Zellenprotoplasma, dass in sie ebenso, wie z. B. in die farblosen Blutkörperchen, fremde Körper von aussen her aufgenommen werden, welche letztere wir in unserem Falle als Nahrungsmittel zu bezeichnen haben.

Allerdings erfolgt diese Aufnahme hier nicht auf dem einfachsten Wege, wie bei den Blutkörperchen, oder, wenn wir andere Organismen heranziehen wollen, wie bei den Amoeben, sondern durch einen complicirteren Apparat; immer aber bleibt nach meiner Auffassung die weiche centrale Protoplasmamasse, wie wir sie an den erwähnten Zellen kennen.

Wie bei den Zellen sehr allgemein an der Peripherie eine Modification des Protoplasma auftritt, welche sich durch grössere Dichtigkeit und Zähigkeit auszeichnet und schliesslich als eine sogenannte Zellenmembran erscheint, so sehen wir auch an den peripheren Theilen des Vorticellenkörpers das Protoplasma Differenzirungen eingehen, die zur Bildung von Schichten führen, welche sich nicht nur optisch unterscheiden, sondern die von uns auch als Sitze besonderer Thätigkeiten angesehen zu werden pflegen. Als eine solche Differenzirung ist zunächst jene Schicht zu nennen, welche wir als Muskelschicht bezeichnet haben; das ist nun allerdings eine Bildung, durch welche der Körper aus der Reihe der einfachen Zellen herausgehoben wird; denn die Bildungsvorgänge im Protoplasma der Zellen, welche zur Entstehung von Nesselkapseln oder Samenfäden Veranlassung geben und welche man hier etwa zum Vergleich heranziehen könnte, lassen sich dieser Erscheinung nicht ganz parallel stellen, da ja in diesen Fällen die Zelle selbst mit der Erzeugung ihres Productes gewöhnlich zu Grunde geht.

Sehr leicht gelingt der Vergleich zwischen einer Zellmembran und jener Cuticula, welche den Vorticellenkörper deckt; dass sie im Stiele eine besondere Mächtigkeit entwickelt, thut der Richtigkeit dieses Vergleiches doch wohl keinen Abbruch. — Wir sehen ferner auf der Oberfläche des Vorticellenkörpers Flimmerhaare auftreten, die sich in keiner Weise von den Cilien einer Flimmerzelle unterscheiden; wohl aber weist das Auftreten eines hinteren Wimperkranzes an den ausgebildeten Vorticellen darauf hin, dass die Cuticula keineswegs an allen Körperstellen als eine gleichsam todte Decke ausser Verbindung mit dem Protoplasma gesetzt ist, sondern vielmehr eine innigere Verbindung mit diesem bewahrt, als man gemeinhin zwischen Zellhaut und Protoplasma anzunehmen geneigt ist. Auf das Gleiche deuten auch die Vorgänge bei der Conjugation hin; denn wenn auch einerseits das freischwimmende Thier seine Cuticula, wie eine todte Hülle, bei der Conjugation zurücklässt, so sind andererseits an der Oberfläche des festsitzenden Thieres Stellen, an denen die Cuticula vielleicht in einen weicheren, dem Protoplasma wieder näherkommenden Zustand übergehen kann.

Danach haben wir den Vorticellenkörper zu betrachten als eine Zelle, in welcher das Protoplasma mit der Localisirung besonderer Thätigkeiten Differenzirungen erfahren hat, durch welche sie über den Kreis der bekannten Zellen zwar hinausgeht, ohne jedoch die characteristischen Eigenschaften der Zelle zu verlieren.

Diese Deutung wird am überzeugendsten gestützt durch die von mir beobachtete Entwicklung.

Wie wir eine Fortpflanzung der Zelle durch Theilung kennen, so kennen wir auch einen Theilungsvorgang bei den Vorticellen. — Wenn aber ferner in der encystirten Vorticelle das Theilen des Kernes erfolgt, so können wir darin das Bild einer endogenen Zellvermehrung sehen. Die aus Kernfragmenten hervorgehenden Kügelchen lassen noch gar keine Differenzirung nachweisen, sie stimmen zu dieser Zeit vollständig überein mit Cytoden (Haeckel). Erst bei der Entstehung eines Wimperkranzes zeigt das Kügelchen seine wirkliche Zellennatur, denn jetzt ist ein Nucleus sichtbar geworden. Die Differenzirungen treten stets mehr und mehr hervor, doch am Ende erkennt man noch immer die Zelle in dem complicirteren Körper von Trichodina Grandinella.

Es erfolgt ferner eine Theilung bei Trichodina, nach Art derjenigen, wie wir sie bei Zellen überhaupt kennen, und die Theilungsstücke, in welchen wir noch immer das reine Bild einer Zelle finden, bilden sich nun unter immer weiter fortschreitenden Differenzirungen im Plasma zu Vorticellen; nie aber entsteht ein Complex von Zellen, der den Organismus aufbaut. —

Wir sehen schliesslich, dass der Vorticellenkörper aus zwei gesonderten Schichten aufgebaut ist. Die centrale Schicht enthält den Sitz der Ernährung, während die periphere Schicht das Organ der Fortpflanzung, den Nucleus, enthält, wie sie auch den Sitz der Bewegung in sich aufbewahrt.

Diese Schichten lassen sich nun mit den bei höheren mehrzelligen Thieren, besonders in ihrer Entwicklung deutlich auftretenden Schichten vergleichen. Wir werden dann die innere Plasmaschicht im Vorticellenkörper einem Entoderm gleichstellen, während die Rindenschicht als gleichwerthig mit dem Ectoderm zu betrachten ist, zu welchem wir — hierbei würden wir uns an F. E. Schulze und Kleinenberg anschliessen — den Nucleus, von welchem die Fortpflanzung ausgeht, gehören sehen. — Der Nahrungskanal hat sich dann ebenso wie bei höheren Thieren durch Einstülpung des Ectoderm gegen das Entoderm gebildet. — Aber selbstverständlich ist es, dass, wenn ich in dieser Weise einen Vergleich ausführe, ich in den Schichten des einzelligen Körpers nicht homologe Bildungen mit dem Entoderm und Ectoderm vielzelliger Thiere erblicke, sondern nur auf die Analogien aufmerksam machen möchte, die bei der Localisirung der Thätigkeiten des Organismus hervortreten.

Noch kurz möchte ich darauf hinweisen, dass falls nicht noch von anderer Seite nachgewiesen werden sollte, dass bei den Vorticellen auch eine geschlechtliche Fortpflanzung vorkommt, diese Organismen dann nach der Haeckel'schen Auffassung als Protisten zu bezeichnen wären. Ich bin aber nicht geneigt auf die Frage nach der Begrenzung eines Zwischenreiches zwischen Thier und Pflanze hier näher einzugehen, will dagegen mit meiner Anschauung nicht zurückhalten, dass in allen Lebensäusserungen die Vorticellen als Organismen erscheinen, welche unseren unbefangenen Vorstellungen vom Thiere überhaupt am meisten entsprechen. Und in diesem Sinne möchte ich die Vorticellen dann als einzellige Thiere bezeichnen, deren Verwandtschaftsverhältnisse zu anderen Organismen wohl noch nicht klar vorliegen.

Erklärung der Abbildungen Taf. XXX.

Fig. 1 Vorticella nebulifera bei 600maliger Vergrösserung vollständig ausgestreckt.

c Cuticula. *w* Wimperscheibe mit Wimperkranz. *p* Peristom. *e* Eingangsöffnung. *a* After. *k* kropfartige Anschwellung des Nahrungskanales. *n* Nucleus. *v* Vacuole. *f* Nahrungsballen mit Hof. *m* Muskelstreifung. *s* Stielmuskel.

Fig. 2. Vorticelle in contrahirtem Zustand.

Die Darstellung von Peristom, Wimperscheibe und Wimperkranz wurde vorgenommen nach Behandlung mit salpetersaurem Silberoxyd; der untere in den Stiel übergehende Theil erhielt seine eigenthümliche Gestalt dadurch, dass sich die mit dem Stiele losgerissene Vorticelle stark contrahirte. In Folge dessen wurde der Stiel vom Körper stark angezogen

p Peristom.

Fig. 3. Schematische Darstellung der verschiedenen Plasmadifferenzirungen im Längsschnitt.

i Centrale Substanz. *r* Rindenschicht. *c* Cuticula. *m* Muskelschicht. *n* Nucleus. *x* innerer Theil des Stielmuskels, dessen Natur noch unbestimmt ist.

Die Pfeilchen deuten die an einander vorbeigleitenden Strömungen an.

Fig. 4. Schematische Darstellung des Speiserohres.

v Vestibulum. *m* Mundöffnung *a* After. *k* kropfartige Anschwellung.

Fig. 5—23. Dargestellt bei etwa 200maliger Vergrösserung.

Fig. 5. Beginn des Theilungsprocesses. — Einfache Contraction.

Fig. 6. Dasselbe Bild von der Seite gesehen.

Fig. 7. Der Körper hat sich in die Breite ausgedehnt.

Fig. 8. Anfang der Einschnürung. Der Nucleus legt sich in die Richtung der horizontalen Achse. Zwei neue Peristome werden erkennbar.

Fig. 9. Weiter fortgeschrittene Theilung.

Fig. 10. Vollendete Theilung.

Fig. 11. Ein hinterer Wimperkranz bei einem der Individuen.

Fig. 12. Dasselbe in rechtwinkliger Stellung zur Stielachse, Scheibe und Wimperkranz hat es eingezogen, das Peristom darüber geschlagen.

Fig. 13. Das Individuum ist frei geworden.

Fig. 14. Das übrig gebliebene ebenfalls mit hinterem Wimperkranz.

Fig. 15. Dasselbe nimmt ebenfalls eine rechtwinklige Stellung zur Stielachse und wird ebenfalls frei.

Fig. 16. Die verschiedenen Gestalten, welche freischwimmende Vorticellen annehmen.

Fig. 17 u. 18. Ungewöhnlicher Theilungsvorgang; beide noch nicht vollständig von einander getrennte Thiere erhalten einen Wimperkranz und lösen sich vom Stiel.

Fig. 19. Freischwimmende Vorticelle beim Beginn ihrer Encystirung.

Fig. 20. Weiter entwickelte Encystirung.

Fig. 21. Vollständig ausgebildete Cyste. Der Nucleus hat sich 7fach getheilt.

Fig. 22. Seitliche Ansicht einer Cyste von der Kante her.

Fig. 23. Zusammengeschrumpfte Cystenhülle mit den 7 Kügelchen im Inneren.

Fig. 24. Ein freigewordenes Kügelchen 800 mal vergrössert.

Fig. 25. Auftreten einer Vacuole.

Fig. 26—40. Bei 400maliger Vergrösserung.

Fig. 26. Entstehung eines Plasmawulstes.

Fig. 27. Der Wulst hat sich in einen Wimperkranz umgebildet.

Fig. 28. Vollständig entwickelte Trichodina Grandinella Ehrb.

Fig. 29. Dieselbe von der Seite gesehen.

Fig. 30—33. Theilungsvorgänge bei Trichodina.

Fig. 34. Auswachsen zur Vorticella.

Fig. 35. Starke periodische Ausdehnung des Körpers.

Fig. 36. Bildung des Peristoms.

Fig. 37—40. Vollständige Ausbildung zu einer gestielten Vorticelle.

Fig. 41—47. 200 mal vergrössert.

Fig. 41. Falsche Encystirung.

Fig. 42. Ausschwärmen spindelförmiger Körperchen.

Fig. 43. Zerfallen derselben.

Fig. 44. Conjugation. — Eine freischwimmende Vorticelle schwimmt heran.

Fig. 45. Beinahe vollendete Verschmelzung.

Fig. 46. Conjugation einer freischwimmenden Vorticelle mit einem gestielten Theilungsthier.

Fig. 47. Uebergebliebene Reste nach vollendeter Conjugation.

Die Phyllosomen.

Ein Beitrag

zur Entwicklungsgeschichte der Loricaten[1].

Von

Ferd. Richters aus Hamburg.

Mit Tafel XXXI—XXXIV.

Die Mehrzahl der marinen Decapoden verlässt bekanntlich in höchst characteristischer Form, als sog. Zoëa, das Ei. Das dünnhäutige Kopfschild der Larve umfasst mit seinen flügelartig umgebogenen Seitenrändern den freilich noch unvollständig entwickelten Thorax, auch nach hinten denselben vollständig bedeckend; nur das Abdomen ragt frei hervor; die Extremitäten und die ihnen gleichwerthigen Anhänge sind bei den Brachyuren immer zu sieben Paaren, nämlich: zwei Paar Antennen, ein Paar Mandibeln, zwei Paar Maxillen und zwei Paar noch als Schwimmfüsse fungirende Maxillarfüsse, vorhanden und bei Pagurus und einigen Garneelen gesellt sich noch ein drittes Extremitätenpaar, von derselben morphologischen und physiologischen Bedeutung wie die letztgenannten, hinzu.

Auffallenderweise zeigen die Larven der Loricaten, wie wir seit 1857 durch Couch[1]) wissen, der die Larven des Palinurus vulgaris beschrieb, von dieser Gestalt eine beträchtliche Abweichung, indem das Kopfschild der umgebogenen Ränder entbehrt und eine dünne, ebene Lamelle darstellt, die den Thorax zum grössten Theil frei hervortreten lässt. Dieser Umstand könnte uns vielleicht, im Hinblick auf die gegenseitige Lage dieser Theile bei den Erwachsenen, veranlassen die Palinuruslarven für morphologisch niedriger gestaltet zu halten als die Zoëa der übrigen Decapoden; dem widerspricht aber die bei weitem höhere Ausbildung der Extremitäten, von denen zehn Paar, nämlich zwei Paar Antennen, ein Paar Mandibeln, zwei Paar Maxillen, zwei Paar Maxillarfüsse und drei Paar Gehfüsse entwickelt sind. In dem Mangel des einen Maxillarfusspaares stimmen sie indess keineswegs mit der Brachyuren-Zoëa, da das später erscheinende Paar bei diesen das dritte, bei jenen das erste ist.

---

[1] Vorliegende Arbeit, zu der mir eine Durchsicht der reichen Crustaceensammlung des städtischen Museums zu Hamburg die nächste Veranlassung gab, wurde im zootomischen Institut zu Göttingen, unter Leitung des Hrn. Prof. Dr. C. Claus ausgeführt, dem ich für die mir dabei geleistete Unterstützung zu innigstem Danke verpflichtet bin.

Im Uebrigen ähneln diese Larven so sehr den von M. Edwards zu den Stomatopoden gestellten Phyllosomen, dass schon ihr erster Beobachter, Couch, seine Beschreibung mit den Worten schliesst: Instead, therefore, of belonging to the genus Zoëa, this would be placed in Phyllosoim of M. Edwards[2]). Gerstäcker erwähnt dieses Satzes in seinem Berichte über die Fortschritte der Entomologie im Jahr 1857 nicht, sondern spricht nur von der Aehnlichkeit der von Couch gegebenen Abbildung der Palinuruslarven mit den Phyllosomen, weshalb ihm keineswegs, wie das wiederholt irrthümlicherweise geschehen ist, das Verdienst dieser so interessanten Beobachtung zugeschrieben werden kann. Fast gleichzeitig und unabhängig von Couch machte Gerbe dieselbe Entdeckung. Coste berichtete darüber der Academie des sciences[3]), bemerkt aber ausdrücklich, dass Gerbe der eigentliche Entdecker sei, und versprach, da er hinreichendes Material aus den Aquarien zu Concarneau zu erhalten hoffte, selbst in nächster Zeit eine ausführliche Entwicklungsgeschichte der Languste zu veröffentlichen. Diese blieb indess aus und so trat denn Claus[4]) mit seinen an Palinurusembryonen, sowie an frei schwimmenden jungen Phyllosomen gemachten Beobachtungen hervor, theils, wie er selbst sagt, um die Frage wieder anzuregen, theils um seine Bedenken gegen die Zugehörigkeit der Phyllosomen in den Entwicklungskreis der Loricaten auszusprechen. Da es ihm nicht gelungen war die Embryonen des Palinurus vulgaris zum

---

1) Nat. Hist. Review. IV.

2) rect. Leach.

3) Comptes rendus 1858.

4) Diese Zeitschrift Bd. XIII.

Ausschlüpfen zu bringen, unterwarf er die ältesten ihm zugänglichen Embryonalstadien einer näheren Untersuchung und fand die Augen, beide Antennenpaare, die Mandibeln, zwei Paar Maxillen, drei Paar Kieferfüsse und drei Paar Gehfüsse deutlich angelegt. Diese Resultate verglich er dann mit den bei den jüngsten Phyllosomen bestehenden Verhältnissen, stiess dabei aber auf scheinbar beträchtliche Abweichungen: das Grössenverhältniss des Vorder- und Hinterleibes, der äussern und innern Antennen war geradezu entgegengesetzt, die zweilappige zweite Maxille der Embryonen war bei Phyllosoma durch einen cylindrischen, mit vier Borsten versehenen Stiel vertreten und der erste Kieferfuss fehlte ganz. Allerdings benutzte Claus zu diesem Vergleich, wie sich aus einer später zu erwähnenden Arbeit von Ant. Dohrn ergab ein zu Scyllarus gehöriges Phyllosoma; eine vollkommene Uebereinstimmung festzustellen, war daher von vornherein unmöglich; hätte aber auch dieser Forscher ein Palinurusphyllosoma vor sich gehabt, so würde er doch wohl, da diese Larven in den Mundwerkzeugen wenig differiren, zu demselben Schluss gekommen sein, dass nämlich »nur unter der Bedingung einer sehr bedeutenden Veränderung und Rückbildung der vordern Maxillarfüsse und anderer Gliedmassentheile die Umbildung des Embryos zur Phyllosoma denkbar bliebe«. Ausser diesem Resultat verdanken wir der in Rede stehenden Arbeit von Claus eine Erweiterung unserer Kenntniss über den bereits von Gegenbaur so trefflich erörterten innern Bau der Phyllosomen; er deutete zuerst den von Couch an den ausgeschlüpften Jungen beobachteten dark spot on the rostrum als das Entomostrakenauge, machte auf die der grünen Drüse des Astacus entsprechende Drüse an der Basis der Aussenantenne aufmerksam und wies aus dem verschiedenen Entwicklungsgrade der Leberschläuche, des Gefäss- und Nervensystems nach, dass die Phyllosomen eine freie Metamorphose durchlaufen. Im folgenden Jahre finden wir in den Comptes rendus Tome LIX eine Notiz von Gerbe, welcher freilich ohne detaillirte Untersuchungen zu liefern, sondern nur auf die oben erwähnte »Note sur la larve des Langustes« verweisend, die Uebereinstimmung im Bau der Palinuruslarven und Phyllosomen bespricht und besonders hervorhebt, dass man an dem Fehlen der falschen Füsse und Schwanzanhänge keinen Anstoss nehmen dürfe, dass dieses eben nun Altersunterschiede seien. Zu dieser Annahme glaubte er sich durch die an andern Crustaceenlarven zu beobachtende Ausbildung dieser Theile berechtigt; hätten ihm hinreichend alte Phyllosomen vorgelegen oder wäre er nur mit der Arbeit von Claus bekannt gewesen, so wäre er der Mühe, dieses durch Abstraction wahrscheinlich zu machen, überhoben gewesen.

Als ganz verfehlt dürfen die Einwürfe gelten, die Spence Bate in den Annals and Mag. Ser. IV. Vol. 2, gegen die Couch–Gerbe'sche Auffassung erhob. Er bezweifelt zunächst, weil bei den andern Crustaceenlarven die beträchtlichsten Veränderungen unmittelbar nach der Geburt erfolgen, dass bei den Phyllosomen, wenn sie eben Larven sein sollten, einer so schnellen Grössenzunahme eine nur geringe Vervollkommnung parallel gehen könne. Ist es aber nicht ebenso auffallend dass der Hummer in einem dem erwachsenen ähnlichen, Nebalia und Mysis sogar im erwachsenen Zustande die Eier verlassen? Bei letztern Thieren haben wir es mit einer Verkürzung resp. mit einem Ausfall der Metamorphose zu thun, weshalb dürfen andere nicht in entgegengesetzter Weise von den Durchschnittsverhältnissen abweichen? Das sicherste Merkmal eines jungen Thieres, sagt Spence Bate weiter, ist die unvollständige Ausbildung der Antennen und die des Phyllosoma tragen einen erwachsenen Character. Ganz abgesehen von der Durchführbarkeit des ersten Theils dieser Behauptung, muss der zweite ganz entschieden zurückgewiesen werden; man vergleiche nur die ältern Abbildungen von Guérin und M. Edwards, man vergleiche die von Claus und gewiss Niemand wird der Ansicht des genannten Forschers beitreten. Ebenso befremdend ist es, wenn derselbe ohne Weiteres den Mundwerkzeugen der Palinuruslarven ansieht, dass sie die Keime zukünftiger Theile, die der Phyllosomen dagegen rudimentäre Organe sind. Gerade die Mundwerkzeuge werden uns im Laufe unserer Betrachtungen aufs deutlichste eine immer weiter fortschreitende Ausbildung und Vervollkommnung erkennen lassen und ein Hauptargument für die Loricatennatur der Phyllosomen abgeben.

Konnte somit dieser Artikel wohl kaum einen Forscher veranlassen auf diese Einwendungen Gewicht zu legen, so gelang es andererseits Ant. Dohrn zwei Jahre darauf in den Aquarien zu Neapel die Embryonen von Scyllarus zum Ausschlüpfen zu bringen und nun auf Grund genauerer Untersuchungen die Richtigkeit der Couch'schen Auffassung ausser Frage zu stellen. Dohrn besprach zuerst einige Phasen aus der Entwicklungsgeschichte von Palinurus und Scyllarus während des Eilebens und wies die Identität der aus den Scyllaruseiern erhaltenen Larven mit dem von Claus beobachteten und abgebildeten, jungen, freigefangenen Phyllosoma[1]) nach. Der Ansicht des letztern, dass an der Grenze des Eilebens eine bedeutende Rückbildung gewisser Mundwerkzeuge eintreten müsse, falls die Phyllosomen Loricatenlarven sein sollten glaubte Dohrn sich nur in beschränktem Masse anschliessen zu dürfen;

---

1) Diese Zeitschrift Bd. XIII, Taf. XXII Fig. 2.

bei Scyllarus beobachtete er, dass der erste Maxillarfuss, der in den frühsten Larvenstadien deutlich angelegt ist, zur Zeit der Embryonalreife obliterirt, für Palinurus jedoch stellt er eine Reduction in Abrede; gewiss mit Unrecht, denn, während nach seiner eigenen Beschreibung der erste Maxillarfuss der Palinurusembryonen deutlich zweiästig ist, zeigt er auf einer weitern Stufe der Entwicklung schon keine Zweitheilung mehr und ist endlich an dem fast fertigen Embryo »ganz kurz und dick«. Da liegt doch eine Reduction so deutlich vor Augen wie man sie nur wünschen kann; selbst dieser letzte Stumpf des ersten Maxillarfusses geht ohne Zweifel zu Grunde, da an den jüngsten Palinurusphyllosomen, die mir zur Untersuchung vorlagen, keine Spur dieser Extremität zu entdecken war.

Wann der gänzliche Schwund derselben eingetreten ist, ob vor oder kurz nach dem Ausschlüpfen der Larve, das mag vorläufig dahingestellt sein; wir haben für beide Fälle keine sichern Belege; Dohrn beobachtete nur fast fertige Embryonen und meine jungen Phyllosomen hatten sicherlich schon einige Tage das Ei verlassen. Dass die Deutung dieser jungen Formen als Palinurusphyllosomen nicht auf einem Irrthum beruht, bin ich fest versichert, da mir eine continuirliche Reihe von den ältern Formen, bei denen übrigens der erste Maxillarfuss auch erst eine wenig entwickelte Platte darstellt, bis zu diesen Stadien zu Gebote steht.

Hatte nun auch Dohrn durch seine Beobachtungen die Entstehung der Phyllosomen aus Loricateneiern bestätigt, so waren damit noch nicht die Acten über diese Untersuchungen geschlossen, vielmehr trat jetzt die Aufgabe heran die freie Metamorphose, ausführlicher als Claus es bisher gethan, klar zu legen und die einzelnen Phyllosomenformen in die Genera und Species der Loricaten überzuführen.

Der einzige vollkommen zuverlässige Weg diese Fragen zu lösen, wäre natürlich der, die Entwicklung der betreffenden Thiere im Aquarium zu beobachten; derartige Versuche werden aber gewiss immer fehl schlagen, da wir wohl kaum je im Stande sein werden denselben in allen ihren Stadien die erforderlichen Existenzbedingungen zu bieten. Die erwachsenen Loricaten sind bekanntlich Küstenbewohner, ihre Larven dagegen, die Phyllosomen, bevölkern, besonders des Abends, das hohe Meer und zwar nicht etwa, wie man wegen ihrer zarten Körperbeschaffenheit vermuthen möchte, ruhige Stellen, sondern gerade solche, an denen der Strom am stärksten ist; die Uebergangsformen schliesslich halten sich sicherlich am Boden des Meeres, in bedeutenden Tiefen auf, da weder auf der hohen See, noch an den Küsten solche gefangen werden. Thieren von so differenter Lebensweise in den verschiedenen Stadien werden auch die besteingerichteten Aquarien nie Anpassung auf allen Stufen der Entwicklung ermöglichen. Wir sind daher darauf angewiesen möglichst viele Larven der verschiedensten Altersstufen zu untersuchen und durch Vergleichung derselben die Stufenleiter ihrer Entwicklung aufzubauen, zu welchem Zwecke es aber, was die Herbeischaffung der Uebergangsformen anlangt, der umfassendsten Tiefseeforschungen bedürfte. Glücklicherweise sind wir indess auch ohne diese, allein mit den uns bis jetzt zugänglichen Formen, in der Lage der Lösung dieser Fragen um einen guten Schritt näher treten zu können und dies darzuthun ist der Zweck der folgenden Erörterung.

Durch das Wohlwollen der Verwaltung des städtischen Museums zu Hamburg, insbesondere des Herrn Dr. Bolau, sowie des Herrn J. C. Godeffroy, der mir mit der grössten Freigebigkeit seine zahlreichen Phyllosomen und erwachsenen Loricaten zur Verfügung stellte, war ich in den Stand gesetzt meinen Untersuchungen ein Material zu Grunde zu legen, wie es, sowohl was die Qualität als die Quanität betrifft, vielleicht keine andere Sammlung aufzuweisen hat. Wenn es mir nun auch durchaus nicht gelungen ist beide oben bezeichneten Aufgaben vollständig zu lösen, so glaube ich doch, dass meine Darstellung der Metamorphose der longicornen Phyllosomen, soweit sich dieselbe am Chitinskelet kundgiebt, auf eine gewisse Vollständigkeit, die Ueberführung der betreffenden Formen zu Palinurus auf grosse Wahrscheinlichkeit Ansprüche machen darf. Die Arten des Genus Palinurus in den Larven wiederzuerkennen, war, wie vorauszusehen, unmöglich; ausser den Altersunterschieden zeigten dieselben nur Verschiedenheiten in der Form des Kopfschildes, von denen es mir aber auch noch zweifelhaft blieb, wie weit dieselben als Artverschiedenheiten aufzufassen, da ich von denselben Fundorten die verschiedensten Formen erhielt; alle möglichen Variationen von eiförmig, elliptisch und discoidal konnte ich beobachten. Ich werde daher in Folgendem von der Form des Kopfschildes fast ganz absehen und mich auf die Beschreibung der Modificationen, welche die Antennen, die Mundwerkzeuge und das Abdomen mit seinen Anhängen in den verschiedenen Altersstadien erfahren, beschränken. In derselben Weise werde ich die lamellicornen Phyllosomen behandeln, für die ich indess leider nicht im Stande bin die Zugehörigkeit der von mir aufgestellten Entwicklungsreihen zu bestimmten Genera, geschweige denn Species der lamellicornen Loricaten mit ebenso grosser Wahrscheinlichkeit wie bei Palinurus zu beweisen. Das liegt natürlich in der grösseren Zahl der Genera und wie sich, vom phylogenetischen Standpunct betrachtet, a priori erwarten liess, in der grossen Aehnlichkeit der Larven begründet; was aber wiederum die freie Metamorphose anlangt, so glaube ich, dass auch da die vorliegenden Beobachtungen unsere Kenntniss dieses Gegenstandes um einiges fördern werden.

Die so auffallende Verschiedenheit der äussern Antennen bei den Loricaten, die lange, fadenförmige Gestalt derselben bei Palinurus, die lamellöse bei Scyllarus, Thenus, Ibacus und Paribacus tritt ebenfalls bei den Phyllosomen auf und wir brauchen es nicht mit Dohrn für einen Fehlgriff zu halten, wenn Claus eine Parallele zwischen der Antennenform der Phyllosomen und Loricaten zieht, dürfen vielmehr mit vollem Recht nach diesem Merkmal die Phyllosomen in zwei Gruppen: die longicornen und lamellicornen theilen. Ganz richtig vermuthet Dohrn, dass die lamellöse Gestalt der Aussenantennen gewisser Phyllosomen erst in den spätern Stadien der individuellen Entwicklung hervortritt. In der That sind die blattförmigen Fühler auch Anfangs als dünne, stabförmige, ungegliederte Gebilde angelegt (Taf. XXXIV, Fig. 2′) kaum von einem gewissen Stadium der fadenförmigen Fühler zu unterscheiden; darauf gliedern sie sich und zwar in vier Abschnitte (Taf. XXXIV Fig. 3′) deren zweiter von unten bei weiterer Entwicklung an der Aussenseite einen kleinen Zahn zeigt (Taf. XXXIV, Fig. 4′), der immer mehr an Umfang zunimmt (Taf. XXXIV, Fig. 5′) derart, dass das anfänglich ringförmige Glied, schliesslich auf der höchsten Stufe der Entwicklung eine an ihrem Aussenrande gezähnte Lamelle darstellt (Taf. XXXIV, Fig. 6′). Eine ähnliche Modification erfährt das Terminalglied; auch dieses gestaltet sich in eine gezähnte Lamelle um (Taf. XXXIV, Fig. 6′) während das Basal- und das dritte Glied mehr oder weniger die ursprüngliche Gestalt behalten. Vergleichen wir nun diese äussern Antennen älterer Phyllosomen mit denen der lamellicornen Loricaten, so zeigt sich relativ vollkommene Uebereinstimmung; auch bei ihnen sind es das zweite und vierte Glied, die den grössten Umfang haben; das Basalglied ist immer ein mehr oder weniger plattgedrückter Ring ohne flächenhaft entwickelte Dornen, wogegen das dritte Glied zuweilen solche in geringer Zahl und Ausbildung trägt. Was übrigens die Zähnelung der Antennen betrifft, so kann dieses Merkmal nicht verwerthet werden um daran die Zusammengehörigkeit des betreffenden Phyllosoma mit einer ausgewachsenen Form mit Sicherheit zu erkennen, da in dieser Hinsicht, auch wenn die Thiere im Uebrigen schon die Charactere der Erwachsenen tragen, noch Veränderungen vorzugehen scheinen. Die im Alter fadenförmigen äussern Antennen der übrigen Phyllosomen sind Anfangs ebenfalls stabförmig und ungegliedert (Taf. XXXI, Fig. 1′ β) und überragen, wie Claus bereits am Embryo beobachtete, die ersten Antennen, ehe sie indess eine Gliederung eingehen, kehrt sich dieses Verhältniss um; sie stehen bald bei weitem hinter den ersten Antennen an Grösse zurück (Taf. XXXI, Fig. 6) und gliedern sich dann zunächst in vier Abschnitte, von denen der terminale der längste ist (Taf. XXXI, Fig. 7); dieser wächst nun zu einer gewaltigen Geissel aus, von der sich schon früh ein Basalglied deutlich abschnürt (Taf. XXXI, Fig. 2'). An der Spitze erscheint dieselbe in den älteren Stadien kolbig verdickt und mit zarterer Wandung als in ihren untern Theilen ausgestattet, in Folge dessen die Spitze bei Spiritusexemplaren in der Regel geknickt ist, was eine ganze Zahl von Forschern veranlasste, die äussern Antennen der Phyllosomen als fünfgliedrig zu beschreiben. Schon auf dieser Entwicklungsstufe ist die Aehnlichkeit dieser Fühler mit denen von Palinurus unverkennbar, sie steigert sich aber noch dadurch, dass alsbald die Geissel in eine grosse Zahl Ringe zerfällt, so dass sie schliesslich ganz das Aussehen der Palinurusantennen gewinnen. Ohne alle Frage bieten daher bei den älteren Phyllosomen die Aussenantennen ein durchaus stichhaltiges Merkmal um ihre Zugehörigkeit festzustellen; bei den jüngern allerdings, deren Fühler noch keine Gliederung zeigen, müssen andere Kriterien wie die Lage des Abdomens, die relative Ausbildung des letzten Beinpaares hinzugezogen werden. In diesem Falle wird folgende Diagnose Aufschluss über die Stellung geben:

Abdomen scharf vom Thorax abgesetzt.	Grenze zwischen Thorax und Abdomen in gleicher Höhe mit der Ansatzstelle des letzten Beinpaares	Palinurusphyllosomen	(Ph. ordinaires M. Edw.)
	Grenze zwischen Thorax und Abdomen bedeutend höher als die Ansatzstelle des letzten Beinpaares. .	Ph. brevicaudes M. Edw.	Scyllarus-Thenus- etc. Phyllosomen.
Abdomen eine unmittelbare Verlängerung des Thorax		Ph. laticaudes M. Edw.	

Unterwerfen wir jetzt zunächst die Palinurusphyllosomen einer nähern Betrachtung.

Die jüngsten Exemplare dieser Formenreihe, die ich untersuchte (Taf. XXXI, Fig. 4), von ca. 7 Mm. Länge, haben drei Paar vollkommen entwickelte Gehfüsse, das vierte Paar zeigt auch schon vollständige Gliederung, ist aber noch nicht ausgewachsen, das fünfte Paar dagegen nur als minutiöse Knospe vorhanden. Das vierte Paar wächst bald zu seiner vollen Länge aus, das letzte ist aber bei der Mehrzahl der Formen auf einer niedern Stufe der Entwicklung, zwar vollständig gegliedert, aber sehr kurz und ohne Schwimmanhang. Alle Basalglieder mit Ausnahme des letzten tragen bei ältern Exemplaren Kiemenanhänge. Weiteres Interesse bieten die Extremitäten der pelagisch lebenden Larven im Hinblick auf ihre Metamorphose nicht; die der jüngern und ältern Stadien sind kaum merklich verschieden; sicherlich tritt erst wenn die schwimmende Ortsbewegung durch eine kriechende ersetzt wird, eine Reduction in der Länge und eine Zunahme in der Dicke ein, wie das die ältesten (allerdings nicht zu diesen Formen gehörigen) Larven schon erkennen lassen.

Nebenbei sei hier erwähnt, dass die ersten vier Extremitätenpaare in Betreff der Bewaffnung ihrer Endglieder (Taf. XXXI, Fig. 14—17) verschieden ausgerüstet sind; alle tragen eine sehr beweglich eingelenkte, mit Dornen besetzte Klaue, die am grössten am zweiten Beinpaar entwickelt ist und entweder scheerenartig gegen einen, wie am ersten und vierten Paare (Taf. XXXI Fig. 14 u. 17) oder gegen mehrere Dornen, wie am zweiten Paare (Fig. 15) wirkt, oder aber taschenmesserartig, am dritten Paar (Fig. 16), zwischen zwei Dornen des Endgliedes greift; hinter dem Klauengelenk stehen beim dritten Paar ein, beim ersten und zweiten Paar zwei Dornen.

Die Mundwerkzeuge der jüngsten Larven bestehen aus einer Oberlippe, einem Paar Mandibeln, einer Unterlippe, zwei Paar Maxillen und nur zwei Paar Maxillarfüssen, da das erste noch vollkommen fehlt; von diesen Theilen erfahren die erstern drei und das erste Maxillenpaar bei den uns bis jetzt bekannt gewordenen Formen nur ganz unbedeutende Veränderungen; in spätern Stadien treten aber auch hier Modificationen auf, da die jungen Palinurus zumal in der Gestaltung ihrer Mandibeln beträchtlich von den Phyllosomen abweichen. Eine Beschreibung der genannten Theile will ich hier unterlassen, sie sind wiederholt abgebildet und beschrieben, ich will nur noch erwähnen, dass die Mandibeln (Taf. XXXII, Fig. 1) der rechten und linken Seite, wie das ja häufig bei Krebsen vorkommt, unsymmetrisch ausgebildet sind; die der rechten Seite (auf der Abbildung links) zeigt neben den vier derben Hauptzähnen eine feine kammartige Zähnelung, während die der linken Seite eine kleinere Zahl kurzer, dicker Zähne trägt. Einen Taster an der obern Lade der ersten Maxille habe ich an keiner Phyllosoma finden können; wenn Claus einen solchen beobachtet hat, so mag es daher kommen, dass er jüngere Phyllosomen zur Verfügung hatte; das Verschwinden des Tasters und das spätere Wiedererscheinen desselben steht vollkommen mit den Veränderungen der andern Mundwerkzeuge im Einklang. Diese durchlaufen nun schon während der pelagischen Lebensweise unserer Thiere eine höchst interessante Metamorphose und haben bei den ältesten Larven bereits eine Gestalt angenommen, die sie aufs deutlichste als Loricatenmundwerkzeuge kennzeichnet.

Die zweite Maxille ist als ein Blättchen von schwer zu beschreibender Gestalt angelegt (Taf. XXXI, Fig. 1″ *mx″*) an dessen äusserer, oberer Seite sich bald eine Abschnürung bemerkbar macht (Taf. XXXI, Fig. 8), die schliesslich zu einer umfangreichen, ohrförmigen Platte heranwächst (Taf. XXXI, Fig. 9, 10, 2‴); ebenso gehen am Basaltheil Differenzirungen vor sich: der nach der Innenseite gelegene Höcker (Taf. XXXI, Fig. 10) löst sich nach und nach in zwei (Fig. 2‴), drei (Taf. XXXII, Fig. 3) und endlich (nach M. Edwards[1]) Beobachtung) in vier Protuberanzen auf, die genau den betreffenden Theilen der zweiten Maxille von Palinurus entsprechen.

Der erste Kieferfuss erscheint zunächst und zwar nachdem die Larve schon das Ei verlassen hat, als ein kleiner Höcker (Taf. XXXI, Fig. 11) der zu einem konischen Körper heranwächst (Taf. XXXI, Fig. 12) und erst an der innern, dann auch an der äussern Seite (Fig. 13, 2⁗) einen Zahn hervorkeimen lässt, von denen der letztere bald den erstern an Grösse überflügelt; der mittlere Zahn nimmt eine cylindrische Gestalt an (Taf. XXXII, Fig. 4) und gliedert sich nach M. Edwards in zwei Abschnitte.

Der zweite Kieferfuss findet sich schon bei sehr jungen Phyllosomen von ca. 7 Mm. Länge als wohlgegliederte Extremität vor (Taf. XXXI, Fig. 1″) und lässt weiter keine Umbildung als die Entstehung eines Schwimmastes und der Kiemensäckchen erkennen; erstere wird durch die Bildung eines kleinen Höckers an der Aussenseite des zweiten Gliedes eingeleitet (Taf. XXXI, Fig. 4); indem derselbe zu einem Zapfen heranwächst (Taf. XXXI, Fig. 5) schnürt er sich gelenkartig von der Extremität ab und gewinnt an seinem distalen Ende Anfangs eine schwache, allmälig immer stärker werdende Borstenbekleidung (Taf. XXXI, Fig. 2′, Taf. XXXII Fig. 5). Von den beiden säckchenförmigen Ausstülpungen der coxa entspricht wahrscheinlich die obere (Taf. XXXII, Fig. 5 *s*) der Kiemenplatte, während die untere (*i*) der Keim der eigentlichen Kiementrauben ist.

Der dritte Kieferfuss ist ebenfalls schon früh vollständig ausgebildet (Taf. XXXI, Fig. 1, 2, 3) auch bereits mit einem Schwimmast versehen und bei den ältern Formen nur durch die Kiemenanhänge und durch seine Stellung von dem der jüngern verschieden.

Schon an dieser Stelle will ich darauf hinweisen, dass bei den Phyllosomen mit zunehmender Vervollkommnung eine Ueberwachsung des Thorax von Seiten des Kopfschildes stattfindet, derart, dass er schliesslich entschieden ganz unter denselben zu liegen kommt und wir somit den Thorax der Phyllosomen als die von M. **Edwards** mit plastron sternal bezeichnete Platte der Erwachsenen aufzufassen haben. Bei den uns zugänglichen Palinurusphyllosomen lässt sich diese Ueberwachsung allerdings nur sehr schwach erkennen; sie äussert sich dadurch, dass der dritte Maxillarfuss, der bei den jüngern Larven nahe dem Rande des Kopfschildes steht (Taf. XXXI, Fig. 4) bei den ältern (Fig. 3) bereits ein kleines Stück unter dasselbe hinuntergerückt erscheint.

---

[1]) Règne animal. Crust. pl. 57 Fig. 4.

Die innern Antennen, die bei Palinurus zwei Geisseln tragen, sind bei den jüngern Phyllosomen von ca. 7 Mm. Länge nur mit einer versehen (Taf. XXXI, Fig. 4'); die innere Geissel bildet sich erst aus einem Fortsatz des letzten Fühlergliedes heraus (Fig. 6, 7, 2' *i*), die äussere ist mit einer grossen Zahl blasser, mit kolbiger Spitze endender Haare besetzt, die in Querreihen zu je drei oder vier geordnet sind; es sind dies die bekannten sog. Riechfäden. Beide Geisseln differenziren sich später in kleine Ringe. Das Basalglied der Antenne ist Anfangs wie die übrigen cylindrisch; in den ältern Stadien, von ca. 36—40 Mm. Länge, aber gewinnt es eine Anschwellung an seiner Aussenseite, in der sich das bisher vergeblich gesuchte Gehörorgan anlegt.

Dass die von **Krøyer** im Kopfganglion beobachteten und als Gehörorgane betrachteten Gebilde nicht als solche gelten können, sondern nur Concremente irgend welcher Art gewesen sind, brauche ich wohl nicht erst ausführlicher nachzuweisen. Allerdings handelt es sich bei den von mir beobachteten Phyllosomen auch nur um eine erste Anlage; dass hier indess keine Täuschung vorliegt, ist zweifellos, da das Gehörorgan der Loricaten sich bekanntlich an derselben Stelle findet. Jedenfalls bezeichnet der helle Raum im Innern des Basalgliedes (Taf. XXXI, Fig. 23 *x*) die durch Verflüssigung der Gewebe entstehende Höhlung, welche, mit einer Einstülpung des Integuments in Verbindung tretend, zur Hörblase wird; ob die durch diese Einstülpung entstehende Spalte, mittelst welcher die Gehörblase frei mit der Aussenwelt communicirt, schon vorhanden ist, liess sich nicht entscheiden. Zwar zeigt sich auf der Fläche des Gliedes, unterhalb des sich bildenden Innenraums eine halbkreisförmige, nach unten convexe Contour (*m*), diese kann aber, meiner Ansicht nach, schwerlich als Anlage der Spalte gelten, da dieselbe bei den Palinuren oberhalb der Hörblase, am Aussenrande des Basalgliedes liegt und nach oben convex ist. Hoffentlich wird günstigeres Material mich später einmal in den Stand setzen auf diesen Punct wieder zurückzukommen; vielleicht können uns gerade die Phyllosomen Aufschluss über die noch wenig bekannte Entwicklungsgeschichte des Gehörorgans der Crustaceen geben. Bei jungen Palinurus von 25—30 Mm.

Länge fand ich dasselbe schon vollständig entwickelt: eine, wie schon erwähnt, nach der Spitze der Antenne zu convexe Spalte, mit ziemlich weit klaffenden Rändern führt in die dünnhäutige Gehörblase (*b*), die mit einem kleinen Nebensäckchen (*s*) versehen ist; in derselben finden sich eine ziemlich bedeutende Anzahl Hörhaare (*h*) von denen aber nur ein Theil an den einzigen Otolithen (*o*) herantritt. Letzterer ist von fast kreisrundem Umfang und zeigt im Uebrigen ganz den Bau, wie er schon häufig von Otolithen anderer Crustaceen durch Hensen u. A. beschrieben worden ist. Auch in der Spitze des Nebensäckchens bemerkt man ein otolithartiges Concrement, das aber mit Hörhaaren nicht in Verbindung steht. Am untern Rande der Oeffnung der Hörblase befinden sich drei lange nach oben gebogene Haare; ob diese die Vertreter der bei ausgewachsenen Exemplaren reichen Haarbekleidung der Hörspaltenränder sind, will ich unerörtert lassen, möchte aber noch darauf aufmerksam machen, dass sich, wie bekannt, in der Gehörblase der erwachsenen Formen nicht ein grosser, sondern viele kleine Otolithen, ausserdem auch wohl Sand, Schalen von Rhizopoden etc. finden.

Auch das Abdomen der Phyllosomen zeigt neben der Grössenzunahme eine immer schärfere Differenzirung seiner Theile und besonders lassen die Füsse desselben eine fortschreitende Entwicklung deutlich erkennen; zuerst als kleine Höcker erscheinend, wachsen sie zu zweilappigen Schläuchen heran, die sich nachher derartig gliedern, dass sie aus einem Basal-, einem Mittel- und zwei Endgliedern bestehen (Taf. XXXII Fig. 7); das innere derselben bringt später an seiner Innenseite ein Glied zur Abschnürung. Die zu äussern Schwanzanhängen modifizirten Abdominalfüsse sind Anfangs zarte Plättchen (Taf. XXXI Fig. 18), nach und nach erreichen sie die Länge der Endplatte des Schwanzes und zerfallen dann in eine härtere und eine weichere Partie (Fig. 20), deren Grenzlinie dieselbe Richtung wie bei Palinurus hat. Das letzte Segment des Hinterleibes endet jederseits in zwei starken Dornen (*d'*), oberhalb welcher noch zwei kleinere (*d''*) zum Vorschein kommen, die bei dem abgebildeten kurz vor der Häutung stehenden Exemplar noch unter der abzustossenden Cuticula liegen.

Vergleichen wir jetzt die in Betracht gezogenen Theile mit denen junger Palinuren!

Der grossen Aehnlichkeit in den äussern Antennen, auf die ganz besonders Gewicht zu legen ist, da sie vor Allem diese Formenreihe als Palinurusphyllosomen documentirt, wurde schon oben gedacht; nicht geringer ist sie bei den innern, wie Fig. 22 und 24 Taf. XXXI zur Genüge zeigen.

Wenden wir uns daher sofort zu einem Vergleich der Mundwerkzeuge, bei dem wir dann gleichzeitig der Veränderungen gedenken wollen, die dieselben erfahren, während das Thier schon die characteristische Palinurusgestalt angenommen. Die jüngsten Palinuren, die ich zu diesem Vergleich benutzen konnte, massen ca. 25 Mm. und glichen, abgesehen von der noch nicht vollends ausgebildeten Bestachelung, den Ausgewachsenen so sehr, dass ich eine Abbildung derselben für unnöthig hielt. Was zunächst die Mandibeln dieser Formen anlangt (Taf. XXXII Fig. 1′), so weichen dieselben sowohl in Gestalt als Bezahnung beträchtlich von denen der Phyllosomen ab; es sind mehr oder weniger viereckige Platten, ohne feinen Zahnbesatz; nur der Kaurand der rechten trägt zwei grobe Zähne, der Rand der linken ist ganz einfach; jede ist mit einem eingliedrigen Taster (*t*) versehen. Bei den Ausgewachsenen (Fig. 1″) erscheinen sie blasig aufgetrieben, der Taster (*t*) ist dreigliedrig geworden, an seinem Endgliede mit einem Büschel steifer Borsten bekleidet.

Die erste Maxille (Fig. 2′), deren obere Lade bei den Phyllosomen dreizinkig, deren untere mit Stacheln und Borsten bedeckt war, hat während der Verwandlung ihre Bezahnung ganz verloren, im Uebrigen aber sind auch hier zwei Laden deutlich zu unterscheiden, von denen die obere einen Taster (*t*) trägt. Später bekleiden sich beide Laden sowie der Taster mit Borsten, behalten aber sonst im Allgemeinen ihre Form bei (Fig. 2″).

Sehr überzeugend ist die Aehnlichkeit der zweiten Maxillen (Fig. 3′); alle Bildungen, die wir an den Larven beobachteten, finden wir hier wieder; von den vier Höckern zeigen besonders die drei innern ein starkes Wachsthum in die Länge, so dass sie bei den Ausgewachsenen (Fig. 3″) drei lange, schmale Zipfel darstellen. Ebenso stimmen die ersten Maxillarfüsse überein (Fig. 4′); der innere Zahn hat sich vergrössert und ist in zwei Abschnitte zerfallen, von denen der obere sich im Alter zu einem wedelartigen Organ ausbildet.

Der zweite Maxillarfuss (Fig. 5), der schon bei den Phyllosomen eine relative Verkürzung erkennen liess, ist von kurzer, gedrungener Gestalt; die Kiemen (*br*) sind vollständig entwickelt, der Schwimmast (*s*) hat seine Fiederborsten abgeworfen und fungirt als zweigliedriger Taster, dessen Endglied sich später in Ringe differenzirt und von Neuem ein Fiederborstenkleid gewinnt.

Aehnlich verhält sich der dritte Maxillarfuss (Fig. 6), nur tritt bei ihm noch eine weitere Gliederung ein; bei den jüngsten Palinuren ist er bereits sechsgliedrig, bei den ältern sogar siebengliedrig; die letzte Differenzirung findet oberhalb der Ansatzstelle des ehemaligen Schwimmastes statt.

In ähnlicher Weise stimmen die Abdominalfüsse der Larven und der Erwachsenen überein, sowohl was die Zahl, nämlich vier Paar bei Phyllosomen und Palinuren, als was die Form derselben betrifft; einer weitern Beschreibung derselben bedarf es wohl kaum, ein Blick auf Taf. XXXII Fig. 7 u. 7′ genügt vollkommen. Die Spitze des nach innen gelegenen Gliedes (Fig. 7′ *a*) ist mit Häkchen besetzt, die wohl den Zweck haben mögen, diejenigen des Gliedes des gegenüberliegenden Abdominalfusses zu fassen, um so eine gleichzeitige Bewegung dieser Füsse zu bewerkstelligen; eine ähnliche Einrichtung finden wir bei den Squillidenlarven, bei denen CLAUS zuerst darauf aufmerksam machte, bei Copepoden u. A.

Endlich vergleichen wir noch Taf. XXXI Fig. 20 u. 21, von denen erstere den Schwanz eines ältern Phyllosoma, letztere den eines jungen Palinurus darstellt; auch hier herrscht eine solche Uebereinstimmung, dass es gewiss nicht einer Hervorhebung der Aehnlichkeit der sich entsprechenden Abschnitte bedarf.

Konnte somit die leicht in die Augen fallende Aehnlichkeit in den Aussenantennen die Vermuthung in uns wecken, dass diese Larven Jugendformen der Langusten seien, so sehen wir jetzt nach genauerer Betrachtung der übrigen Organe, dass keines derselben irgendwie Veranlassung giebt, von dieser Vermuthung abzugehen, dass wir vielmehr alle Verschiedenheiten, abgesehen von der Form des Kopfschildes, dessen Umgestaltung wir nachher besprechen wollen, auf Altersunterschiede zu beziehen berechtigt sind und ohne Zweifel daher die longicornen Phyllosomen als die Larven der longicornen Loricaten zu betrachten haben.

Von den 16—18 früher als Arten beschriebenen Phyllosomenformen gehören, mit Ausnahme des Ph. lunifrons, diejenigen hierher, welche M. EDWARDS als Ph. ordinaires bezeichnete, aber durchaus nicht scharf characterisirte. Er theilte nämlich die Phyllosomen nach dem Entwicklungsgrade des Abdomens in Ph. ordinaires, brevicaudes und laticaudes, ein Eintheilungsprincip, dessen Unzulässigkeit man sofort erkennt, wenn man die Larvennatur der Phyllosomen ins Auge fasst. M. EDWARDS sah sich daher auch genöthigt, wenn er nicht ganz verschiedene Formen in eine Gruppe stellen wollte, eine Art, wie Ph. indicum, trotz ihres scharf abgesetzten, deutlich segmentirten und mit grossen Schwanzanhängen versehenen Abdomens aus den Ph. ordinaires, zu denen sie eigentlich gezählt werden müsste, herauszureissen und zu den Ph. brevicaudes zu stellen, die gerade durch die entgegengesetzten Merkmale characterisirt sein sollten. Nicht die Entwicklungsstufe, sondern die Lage des Abdomens kennzeichnet, wie oben erwähnt, diese Formen. Fasst man nun die Arten als verschiedene Entwicklungsstadien auf, allerdings immer dabei im Auge behaltend, dass sie grossentheils auch verschiedenen Palinusarten angehören, so lehrt schon eine Betrachtung der von Guérin gegebenen Abbildungen[1], in welcher Reihenfolge die Artbenennungen Bezeichnungen für niedere oder höhere Altersstufen sind; Ph. affine (Taf. XXXI Fig. 1), von dem schon M. Edwards vermuthete, dass es eine Altersvarietät des Ph. commune sei, ist entschieden die jüngste beschriebene Larve; diesem folgt Ph. commune Leach (Taf. XXXI, Fig. 2), darauf Ph. clavicorne Leach und schliesslich Ph. longicorne Guérin (Fig. 3). Parallel mit der fortschreitenden Ausbildung aller Organe geht auch eine Zunahme in der Körperlänge; so misst, nach M. Edwards Angabe, die erste Art zehn Linien, die zweite einen Zoll, die dritte ein wenig mehr als einen Zoll, die letzte 15 Linien. Ph. Freycenetii Guérin, das durch die Lage des Mundes in der Mitte des Kopfschildes von den übrigen differiren soll, scheint nach Guérin's Abbildung einem Stadium wie Ph. commune zu entsprechen. Ueber die Stellung des Ph. styliferum, dessen Autor uns M. Edwards verschweigt, das auch in keinem Werke abgebildet zu sein scheint, bin ich nicht ins Klare gekommen, dagegen ist Ph. lunifrons Latr. jedenfalls, wie Guérin das thut, zu den Ph. laticaudes zu bringen.

Letztgenannte Gruppe und die der Ph. brevicaudes enthalten nun zweifelsohne die Larven der übrigen Loricatengenera: Scyllarus, Thenus, Ibacus, Paribacus. Die Gruppe der Laticauden, dadurch gekennzeichnet, dass ihr Abdomen die ganze Breite des Thorax einnimmt und so mit demselben eine grosse Lamelle bildet, umfasst bei M. Edwards vier Arten: Ph. spinosum Edw., Ph. mediterraneum Guér., Ph. Duperreyi Guér. und Ph. Reynaudii Guér., deren Unterschiede aber ebenfalls sicherlich keine Artverschiedenheiten, sondern zur Hauptsache nur Altersunterschiede sind. Als jüngste Form dieser Reihe ist die von Claus[2] beschriebene, frei schwimmend gefischte Larve anzuführen, die kaum merklich von der eben ausgeschlüpften Scyllaruslarve verschieden ist; wie diese besitzt dieselbe nur drei Paar Gehfüsse, die beiden letzten Paare sind erst durch zwei kleine Ausstülpungen oberhalb des noch nicht abgesetzten

---

[1] Mag. de Zoologie. Cl. VII pl. 6, 7, 8.

[2] Diese Zeitschrift Bd. XIII. Taf. XXII. Fig. 2.

Abdomens angedeutet und die Aussenantennen einfache, kurze Dornen, die noch keine Spur von einem seitlichen Zahn erkennen lassen. Bedeutend weiter fortgeschritten ist die jüngste Larve (Taf. XXXIII Fig. 1), eine sicilianische Form, die mir zur Verfügung stand; sie misst ca. 9 Mm. und passt recht gut zu der Beschreibung des Ph. mediterraneum Guér. Die zweiten Antennen (Fig. 1′ β) sind noch ungegliedert, ihre Spitze ist fast sichelförmig nach aussen gebogen und mit einem Zahn versehen, der vermuthlich, nach den an der Gruppe der Brevicauden gemachten Beobachtungen, dem Zahn des zweiten Antennengliedes entspricht. Die zu der kleinen Rosette vereinigten Mundtheile bieten kein besonderes Interesse; sie sind denen der Palinurusphyllosomen durchaus ähnlich; die zweite Maxille (Fig. 1″ *Mx″*) ist ein konischer Körper, der erste Kieferfuss noch ein kleiner Höcker, der zweite und dritte dagegen sind wohl ausgebildet, beide jedoch ohne Schwimmast; vier Beinpaare sind vollständig entwickelt, das letzte ist nur als kurzer Stumpf vorhanden. Das Abdomen (Fig. 1‴) ist noch nicht in Segmente getheilt und endet in zwei langen Dornen. Die Abdominalfüsse (*pl*) sind gerade im Begriff hervorzukeimen; von äussern Schwanzanhängen ist noch nichts zu erkennen; das Kopfschild bedeckt nur die Kieferfüsse.

Von demselben Fundorte stammt die in Taf. XXXIII Fig. 2 abgebildete Form, welche nach Guérin's Zeichnung[1] unzweifelhaft als Ph. Reynaudii (nach Guérin übrigens eine indische Art) zu bezeichnen wäre. Das Thier misst 23 Mm. und ist ohne alle Frage nur ein weiter vorgerücktes Stadium der eben beschriebenen Larve. Die äussern Antennen haben sich verbreitert; die zweite Maxille hat die nach aussen gelegene Platte erhalten; der erste Kieferfuss ist zu einem cylindrischen Körper herangewachsen und am zweiten zeigt sich die erste Anlage eines Schwimmastes (*s*). Die beiden Dornen des Abdomen sind verkürzt, ragen aber noch bedeutend über die abgerundete Endplatte des Schwanzes hervor; die Abdominalfüsse und Schwanzanhänge sind entwickelt. Das letzte Beinpaar ist fünfgliedrig und die coxae der übrigen vier, sowie der dritte Maxillarfuss tragen Kiemensprossen. Gleichzeitig mit dieser weiteren Ausbildung der einzelnen Theile hat auch eine theilweise Ueberwachsung des Thorax durch das Kopfschild stattgefunden, indem letzteres jetzt bereits das erste Gehfusspaar unter sich aufgenommen hat.

Ein besonders in dieser Hinsicht weiter fortgeschrittenes Stadium zeigt die folgende Abbildung (Taf. XXXIII Fig. 3); hier ist schon das zweite Gehfusspaar unter das Kopfschild gerückt. Im Uebrigen sind keine wesentlichen Veränderungen eingetreten; der erste Kieferfuss (Fig. 3' *Mxf'*) hat die nach aussen und unten gerichtete Platte entwickelt und die Dornen des Abdomens sind noch mehr verkürzt. Nach Guérin's Abbildung wäre diese Form ein Ph. Duperreyi Guér[1]. Ph. spinosum Edw. ist wahrscheinlich ein Stadium zwischen Ph. mediterraneum Guér und Ph. Reynaudii Guér.

---

[1] Mag. de Zoologie Cl. VII pl. 13. Fig. 1.

Hinsichtlich der verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen dieser Formenreihe und einem oder vielleicht mehreren Genera der Loricaten erhellt nun aus den oben erwähnten Beobachtungen Dohrn's, dass jedenfalls ein Theil der Laticauden Larven von Scyllarus sind, denn, wie er zeigte, stimmen die von ihm beobachteten ausgeschlüpften Jungen von Scyllarus mit der mehrfach citirten, von Claus beschriebenen Larve[2] und diese gehört zweifelsohne in die Gruppe der Laticauden. Dasselbe hätten wir, wenngleich natürlich mit viel geringerer Sicherheit aus der geographischen Verbreitung der Phyllosomen und Loricaten folgern können; da stellt sich nämlich heraus, dass an allen Orten, wo Scyllarus leben, auch laticaude Phyllosomen angetroffen werden und umgekehrt, eine Thatsache, die aber erst dadurch Werth erhält, dass in einem ziemlich abgeschlossenen Meeresarm, nämlich im Mittelmeer kein Thenus, Ibacus, Paribus sondern nur Scyllarus und daneben, ausser longicornen Phyllosomen, die hier nicht in Betracht kommen, nur laticaude vorkommen. Somit dürfen wir gewiss einen grossen Theil der laticauden Phyllosomen als Larven von Scyllarusarten betrachten; ob alle Scyllaruslarven sind oder ob alle Scyllarus eine laticaude Phyllosomaform haben ist allerdings immer noch fraglich, obgleich, zumal was letztern Punct betrifft, sehr wahrscheinlich, denn Arten einer Gattung werden schwerlich schon auf so niederer Entwicklungsstufe irgendwie auffällig von einander abweichen.

Im Anschluss an die Gruppe der Laticauden will ich dreier Formen Erwähnung thun, die mehr oder weniger von den bisher bekannt gewordenen differiren und sich nicht ohne Weiteres mit Bestimmtheit als Zwischenstadien oder ältere Phasen der vier früher als Arten aufgefassten Entwicklungsstufen bezeichnen lassen. Möglicherweise gehören zwei derselben (Taf. XXXIII Fig. 4 u. 5) in den Entwicklungskreis eines Panzerkrebses, von dem auch Latreille eine, allerdings schlecht erhaltene Larve zu Händen gekommen war, die er als Ph. lunifrons in Bezug auf den etwas ausgebuchteten Stirnrand des Kopfschildes, beschrieb. Beide Larven, von demselben Fundorte Madeira stammend, sind entschieden nur verschiedene Altersstufen; ausser durch die Form des Stirnrandes, den sie mit Ph. lunifrons gemein haben, unterscheiden sie sich durch die Gestalt des Kopfschildes von den übrigen Laticauden; während dieses nämlich bei den bekannten Arten eine elliptische oder nierenförmige Gestalt besitzt, ist es hier viereckig, welche Form schon bei der jüngern Larve deutlich ausgesprochen ist, noch mehr aber an der ältern hervortritt und beiden eine typische Krebsgestalt verleiht. Im Uebrigen stimmen sie im Bau des Abdomens, der Antennen und Mundwerkzeuge, sowie in der Metamorphose dieser Theile ganz mit den Laticauden überein, weshalb ich, um Wiederholung zu vermeiden, hier nur auf die oben dargestellten Verhältnisse und die beigegebenen Detail-Abbildungen verweisen will.

---

[1] Mag. de Zoologie Cl. VII pl. 12.

[2] Zeitschrift für w. Zool. Bd. XIII. Taf. XXV. Fig. 2.

Das höchste Interesse bietet jedenfalls die im chinesischen Meere gefischte Larve (Taf. XXXIV Fig. 1) eine durchaus neue Form, die auch mir nur in einem Exemplare zur Verfügung steht. Mehr als alle andern Phyllosomen erinnert dieses durch die Gestalt seines Kopfschildes an einen Thenus, Ibacus oder sonstige Verwandte; von den acht Seiten desselben sind die der Körperachse parallel gelegenen die längsten; die den Antennen- und Augencomplex tragende Seite ist ausgebuchtet, die derselben gegenüberliegende ein wenig geschweift. Sogar die ersten Stacheln treten bereits auf der Oberseite auf (Fig. 1'''); nahe dem Vorderrande zeigen sich zwei grössere Dornen, vielleicht später dem Schutze der Augen dienend; ebenso auf der hintern Hälfte zwei grössere, denen drei kleinere folgen. Die Antennen, die bei jungen Phyllosomen relativ weit getrennt in einer Ebene liegen, sind derartig inserirt, dass die innern, von der Rückenseite gesehen, ein wenig tiefer als die Aussenantennen stehen; die innere Geissel der ersteren überragt die äussere ziemlich bedeutend; an den äussern Antennen (Fig. 1') erkennen wir ohne Mühe die Tendenz zu einer Differenzirung in vier Glieder, von denen das terminale, das umfangreichste, an seinem Innenrande mit ca. sieben Zähnen besetzt ist, die jeder beiderseits eine Borste tragen. Die Mundwerkzeuge zeigen ungefähr dieselbe Höhe der Entwicklung, wie wir sie bei den ältesten Laticauden angetroffen haben; der Schwimmast des ersten und zweiten Maxillarfusses ist erst in der Entstehung begriffen; der erste Maxillarfuss (Fig. 1'' *Mxf'*) beweist, dass das Thier nahe vor der Häutung gestanden und dass der innere Höcker desselben, der in diesem Stadium einfach ist, bei dem nächsten aus zwei Abschnitten bestehen würde. Alle fünf Beinpaare sind nicht nur in voller Grösse und Gliederung, sondern auch äusserst kräftig entwickelt, so dass sie gewiss ebensosehr zum Kriechen als durch die mächtigen Schwimmäste zu Schwimmbewegungen sich eignen; die Bewaffnung der Endglieder ist an allen Paaren dieselbe. Vom Thorax ragt nur noch ein kleines Stück frei unter dem Kopfschild hervor; das dritte Extremitätenpaar steht bereits scharf an der Grenze derselben. Das Abdomen dieser Larve zeigt die am weitesten fortgeschrittene Gliederung unter allen Stadien; bei allen andern viergliedrig, ist hier schon das fünfte Segment, das, wie bei den Loricaten, der Füsse entbehrt, vom Thorax abgegrenzt; auch dieser Umstand stellt diese Larve als die älteste je beobachtete hin. Jedes der vier ersten Segmente trägt einen kurzen, das fünfte einen langen Dorn; die Schwanzanhänge sind hoch entwickelt. Sollte man erwarten dürfen, dass die Bestachelung der Abdominalsegmente des aus dieser Larve hervorgehenden Loricaten dieselbe ist, was immerhin zweifelhaft, so wäre es nicht unmöglich, dass diese Larve eine Jugendform von Thenus ist; auch der Fundort würde stimmen.

Es bleibt uns jetzt noch eine kurze Betrachtung der Ph. brevicaudes von M. Edwards übrig, als deren Hauptcharacter wir die Lage des Abdomens in einer Einbuchtung des Thorax bezeichnen wollen. Die hierher gehörigen Formen sind Bewohner der süd- und ost-asiatischen Gewässer, sowie der Südsee und enthalten die Riesen unter den Phyllosomen; die grösste mir vorliegende misst 75 Mm. Schon in den jüngsten Stadien von ca. 13 Mm. Länge, wenn die Mundwerkzeuge, das Abdomen etc. noch weit in der Entwicklung zurück sind, finden wir alle fünf Beinpaare so vollständig ausgebildet wie bei keiner der Ph. ordinaires und laticaudes, mit Ausnahme der eben besprochenen Larve. Für eine solche ungleichzeitige Entwicklung der Organe in den verschiedenen Gruppen ist dies indess nicht das einzige Beispiel; ich erinnere nur an den Schwimmast des dritten Maxillarfusses, der schon bei den jüngsten Phyllosomes ordinaires sich findet und bei den Ph. laticaudes erst in den ältesten Stadien hervorzuspriessen beginnt. Die Metamorphose, welche die äussern Antennen erfahren, wurde oben bereits ausführlich beschrieben und was die Umbildung der Mundwerkzeuge anlangt, so verweise ich nur auf die beigefügten Abbildungen; einer Beschreibung der hier vorgehenden Veränderungen bedarf es um so weniger als sie in derselben Weise wie bei den Palinurusphyllosomen verlaufen. M. Edwards rechnete zu dieser Gruppe sechs Arten, von denen Ph. stylicorne und brevicorne Leach. jüngere Stadien mit wenig entwickelten Aussenantennen, indicum Edw., australe Quoy et Gaimard und laticorne Leach. dagegen ältere mit flächenhaft verbreiterten Antennen bezeichneten; das

Ph. detruncatum, das sich durch ein rudimentäres letztes Beinpaar auszeichnen soll, gehört vermuthlich nicht in diese Gruppe.

Ein Vergleich der Mundwerkzeuge der laticauden und brevicauden Phyllosomen mit denen der lamellicornen Loricaten, lässt, wie bei der Palinurusreihe, keinen Zweifel an der Zusammengehörigkeit dieser Larven mit den betreffenden adulten Formen aufkommen, verdient aber hier, nach Besprechung der bei den Palinuren auftretenden Verhältnisse keiner weitern Ausführung, da gleichwie die der Larven, so auch die der Erwachsenen mit denen der bezüglichen Altersstufen der andern Reihe fast ununterscheidbar übereinstimmen.

Es stellt sich somit heraus, dass wir auch bei den beiden letztbetrachteten Gruppen der Phyllosomen eine fortschreitende Metamorphose vor uns haben, dass die Laticauden, wenigstens zum Theil, Larven von Scyllarus, vielleicht auch von Thenus sind und dass daher die Brevicaudes wohl als Ibacus- und Paribacus-Larven aufzufassen sein möchten.

An dieser Stelle will ich dann noch eines Factums erwähnen, das für die Entwicklungsgeschichte unserer Thiere nicht ohne Interesse ist, dass nämlich die jungen Ibacus, (Fig. 7) wahrscheinlich also auch wohl die übrigen Loricaten Rudimente von Schwimmästen tragen. Das mir vorliegende Exemplar misst ca. 30 Mm. und repräsentirt gewiss das späteste Stadium, das mit diesen Anhängen versehen ist, da dieselben einem ca. 2—3 Mm. grösseren bereits fehlten. Das Glied (Fig. 7′), welches dieselben trägt, das zweite von unten, ist von geringer Grösse, während bei den Phyllosomen der Schwimmast ungefähr der Mitte eines sehr langen Gliedes aufsitzt. Es wird daher zweifelsohne mit zunehmendem Alter eine Theilung dieses Gliedes und darauf eine bedeutende Reduction des untern abgeschnürten Theiles stattfinden, eine Annahme, die dadurch bestätigt wird, dass die Beine der Loricaten ein Glied mehr als die der Phyllosomen haben und bei Letzteren oft an ältern Exemplaren eine bevorstehende Theilung an der bezeichneten Stelle zu erkennen ist.

Werfen wir jetzt noch einmal einen Blick auf unsere Beobachtungen, so haben wir also constatiren können, dass alle von uns in Betracht gezogenen Organe sich unverkennbar als die Anlagen loricatenartig gebauter Theile kundgeben; es ist daher eigentlich nur die Form des Kopfschildes und die Lage desselben zum Thorax die die Phyllosomen den aus ihnen hervorgehenden Krebsen bei oberflächlicher Betrachtung so unähnlich macht. Was indess die Lage zum Thorax anlangt, so bemerkten wir schon, wie in den ältern Stadien allmählich ein Ueberwachsen desselben durch das Kopfschild eintrat; denken wir uns nun diesen Vorgang fortgesetzt bis das Kopfschild ganz den Thorax überdeckt, denken wir uns ferner die Seitenränder des Kopfschildes, wie bei Zoëa nach unten umgeschlagen, so werden wir uns leicht aus den schlanken Formen der Palinurusphyllosomen einen Palinurus, aus den bei weitem gedrungener gebauten übrigen Phyllosomen einen Scyllarus oder Ibacus construiren können. Es ist gewiss sehr wahrscheinlich, dass eben auf diese Weise die Umgestaltung des Kopfschildes verläuft und die Bildung der Kiemenhöhle zu Stande kommt; gleichzeitig mit dieser Veränderung haben wir uns aber noch andere vorgehend zu denken: die Antennen erlangen allmählich ihre volle Ausbildung und ändern ihre gegenseitige Stellung in der oben angedeuteten Weise; die Augenstiele verkürzen sich und die kurz gestielten Augen rücken je nach dem Genus mehr oder weniger von der Medianlinie weg nach aussen; die zarten, dünnen Beine reduciren sich in der Länge, werden dafür kräftiger, werfen den nach und nach verkümmerten Schwimmast ab und passen sich einer kriechenden Ortsbewegung an; die relativ bedeutendste Massenzunahme erfährt das, besonders bei den brevicauden Phyllosomen, einen kleinen Bruchtheil des ganzen Körpers ausmachende Abdomen, indem es bei manchen Loricaten im erwachsenen Zustande nahezu die Hälfte desselben einnimmt. So gestaltet sich vermuthlich das Bild der noch nicht beobachteten Vorgänge der Metamorphose; hoffentlich werden recht bald die Formen zu Tage gefördert, die dasselbe bestätigen oder in diesem oder jenem Puncte modificiren.

Die wichtigeren durch diese Untersuchungen gewonnenen Resultate sind somit folgende:

1) Die Antennen, die Mundwerkzeuge, das Abdomen und seine Anhänge zeigen bei den Phyllosomen eine Metamorphose.

2) Die Mundwerkzeuge aller Phyllosomen sind loricatenartig gebildet.

3) Die longicornen Phyllosomen sind Palinuruslarven.

4) Der erste Maxillarfuss der Palinurusembryonen geht ganz zu Grunde und bildet sich dann von Neuem.

5) Der Thorax wird allmälig vom Kopfschild überwachsen.

6) Das Gehörorgan legt sich im Basalglied der Innenantenne an.

7) Die Gehörblase junger Palinuren enthält nur einen grossen Otolithen.

8) Die jungen Ibacus tragen Rudimente von Schwimmästen.

Erklärung der Abbildungen Taf. XXXI—XXXIV.

Taf. XXXI.

Fig. 1. Phyllosoma affine. Guér. ca. 7 Mm. a' Innenantenne, a'' Aussenantenne, o Auge. k Kopfschild. t Thorax. ab Abdomen. mf'' zweiter Maxillarfuss. mf''' dritter Maxillarfuss.
» 1'. Antennen dieser Larve.
» 1''. mf'' zweiter Maxillarfuss. mx'' zweite Maxille derselben Larve.
» 2. Ph. commune Leach. ca. 20 Mm. Die Buchstaben haben dieselbe Bedeutung wie bei Fig. 1.
» 2'. Antennen dieser Larve.
» 2''. Zweiter Maxillarfuss derselben.
» 2'''. Zweite Maxille derselben.
» 2''''. Erster Maxillarfuss derselben.
» 3. Ph. longicorne Guér. ca. 38 Mm. mf' erster Maxillarfuss, übrigens wie Fig. 1.
» 4—13 sind Theile von Zwischenstadien zwischen Fig. 1 u. 2.
» 4. Zweiter Maxillarfuss. c Anlage des Schwimmastes.
» 5. Zweiter Maxillarfuss. c Anlage des Schwimmastes.
» 6. Antennen. c Anlage der innern Geissel der Innenantenne.
» 7. Antennen. c Anlage der innern Geissel der Innenantenne.
» 8. Zweite Maxille.
» 9. Zweite Maxille.
» 10. Zweite Maxille.
» 11. Erster Maxillarfuss.
» 12. Erster Maxillarfuss.
» 13. Erster Maxillarfuss.
» 14—17. Endglieder der Gehfüsse eines Palinurusphyllosoma.
» 14. Endglied des ersten Paares.
» 15. Endglied des zweiten Paares.
» 16. Endglied des dritten Paares.
» 17. Endglied des vierten Paares.
» 18—20. Schwanzanhänge von Palinurusphyllosomen.
Fig. 20 d' grosser, d'' kleiner Dorn des letzten Abdominalsegments.
» 21. Schwanzanhänge eines jungen ca. 25 Mm. langen Palinurus.
» 22. Innenantenne eines Ph. longicorne.
» 23. Basalglied derselben mit der Anlage des Gehörorgans. m Gehörspalte (?!) ca. 160 mal vergrössert. x Durch Gewebsverflüssigung entstandener Hohlraum.
» 24. Innenantenne eines jungen ca. 25 Mm. langen Palinurus. b Gehörblase. o Otolith.
» 25. Gehörorgan eines jungen Palinurus. b Gehörblase. o Otolith. h Hörhaare. s Nebensäckchen mit einem otolithartigen Concremente. sp Gehörspalte; der obere Rand ist wegpräparirt.

Taf. XXXII.

Fig. 1—6. Mundwerkzeuge des Ph. longicorne Taf. I. Fig. 3.

» 1. Mandibeln ca. 150 mal vergrössert.

» 2. Erster Kieferfuss ca. 200 mal vergr.

» 3. Zweite Maxille.

» 4. Erster Maxillarfuss.

» 5. Zweiter Maxillarfuss.

» 6. Dritter Maxillarfuss.

» 1'—6'. Mundwerkzeuge eines Palinurus von ca. 25 Mm. Länge.

» 1'. Mandibeln. *t* Taster.

» 2'. Erste Maxille. *t* Taster.

» 3'. Zweite Maxille.

» 4'. Erster Maxillarfuss.

» 5'. Zweiter Maxillarfuss. *br* Kiemen. *k* Kiemenplatte. *t* Taster.

» 6'. Dritter Maxillarfuss. *br*, *k*, *t* wie Fig. 5'.

» 1''—6''. Mundwerkzeuge eines Palinurus von ca. 1½ Decimeter Länge.

» 1''. Mandibeln. *t* Taster.

» 2''. Erste Maxille.

» 3''. Zweite Maxille.

» 4''. Erster Maxillarfuss.

» 5''. Zweiter Maxillarfuss.

» 6''. Dritter Maxillarfuss.

» 7. Abdominalfuss eines Ph. longicorne.

» 7'. Abdominalfuss eines jungen Palinurus. *z* Zahn der innern Lamelle.

Taf. XXXIII.

Fig. 1. Ph. mediterraneum Guér. ca. 9 Mm.

» 1'. Antennen dieser Larve. α innere, β äussere Antenne.

» 1''. *Mx''* zweite Maxille. *Mxf'* erster Maxillarfuss. *Mxf''* zweiter Maxillarfuss derselben Larve.

» 1'''. Abdomen. *pl* Anlage der Abdominalfüsse.

» 2. Ph. Reynaudii Guér. ca. 23 Mm.

» 2'. *Mx''* zweite Maxille. *Mxf'* erster Maxillarfuss. *Mxf''* zweiter Maxillarfuss dieser Larve. *s* Anlage des Schwimmastes.

» 2''. Abdomen dieser Larve.

» 3. Ph. Duperreyi Guér. ca. 29 Mm.

» 3'. *Mx''* zweite Maxille. *Mxf'* erster Maxillarfuss dieser Larve.

» 3''. Abdomen derselben.

» 4 u. 5. Zwei Larven von Madeira; erstere von ca. 10 Mm., letztere von 14 Mm. Länge.

» 4'. α Innenantenne, β Aussenantenne von Fig. 4.

» 4''. *Mx''* zweite Maxille *Mxf'* derselben.

» 4'''. Abdomen derselben.

» 5'. Aussenantenne von Fig. 5.

» 5''. *Mx''* zweite Maxille, *Mxf'* erster Maxillarfuss derselben.

» 5'''. Abdomen derselben.

Taf. XXXIV.

Fig. 1. Larve aus dem chinesischen Meer; ca. 24 Mm.

» 1'. Aussenantenne derselben.

» 1''. *Mx''* zweite Maxille. *Mxf'* erster Maxillarfuss derselben.

Fig. 1'''. Kopfschild derselben von oben gesehen.
» 1''''. Abdomen derselben. *ab* Abdominalfüsse.
» 2. Ph. brevicorne. Leach. ca 13 Mm.
» 2'. Aussenantenne desselben.
» 2''. *Mx''* zweite Maxille. *Mxf'* erster Maxillarfuss desselben.
» 3. Eine ähnliche, ältere Larve ca. 26 Mm.
» 3' wie 2'.
» 3'' wie 2''.
» 4'. Aussenantenne einer noch älteren Larve.
» 4''. *Mx''* zweite Maxille. *Mxf'* erster Maxillarfuss derselben.
» 5. Ph. indicum M. Edw. (?) ca. 61 Mm.
» 5' wie 2'.
» 5'' wie 2''.
» 6. Ph. longicorne Leach. (?) ca. 75 Mm.
» 6' wie 2'.
» 6'' wie 2''.
» 7. Junger Ibacus. c. 30 Mm. Das beigefügte Mass bezeichnet die Länge vom Stirnstachel bis zum Stachel des dritten Abdominalsegments. *a* Aussenantennen.
» 7' Ein Gehfuss desselben. *s* Rudiment des Schwimmastes.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Fig. 3.

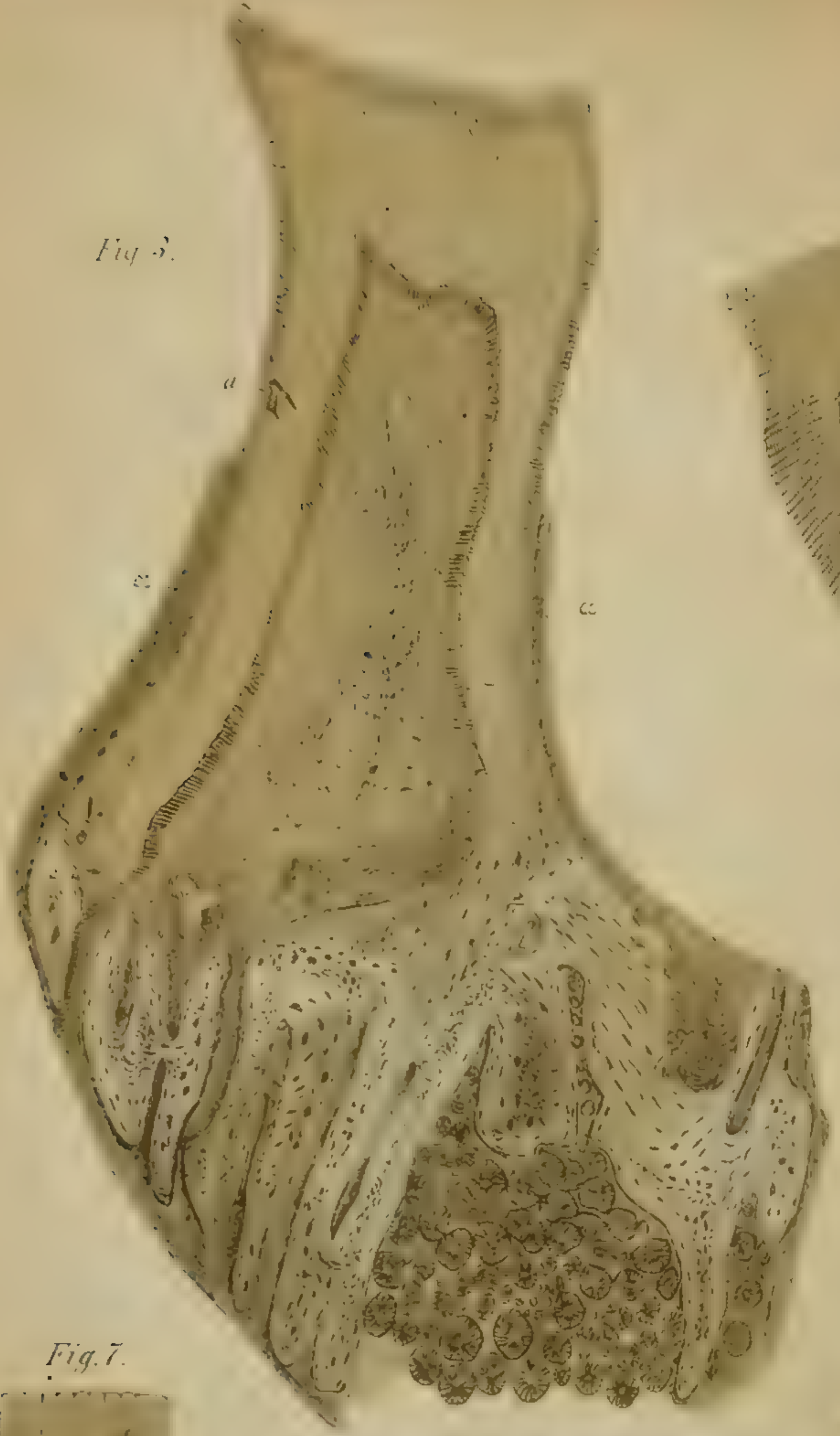


Fig. 2.

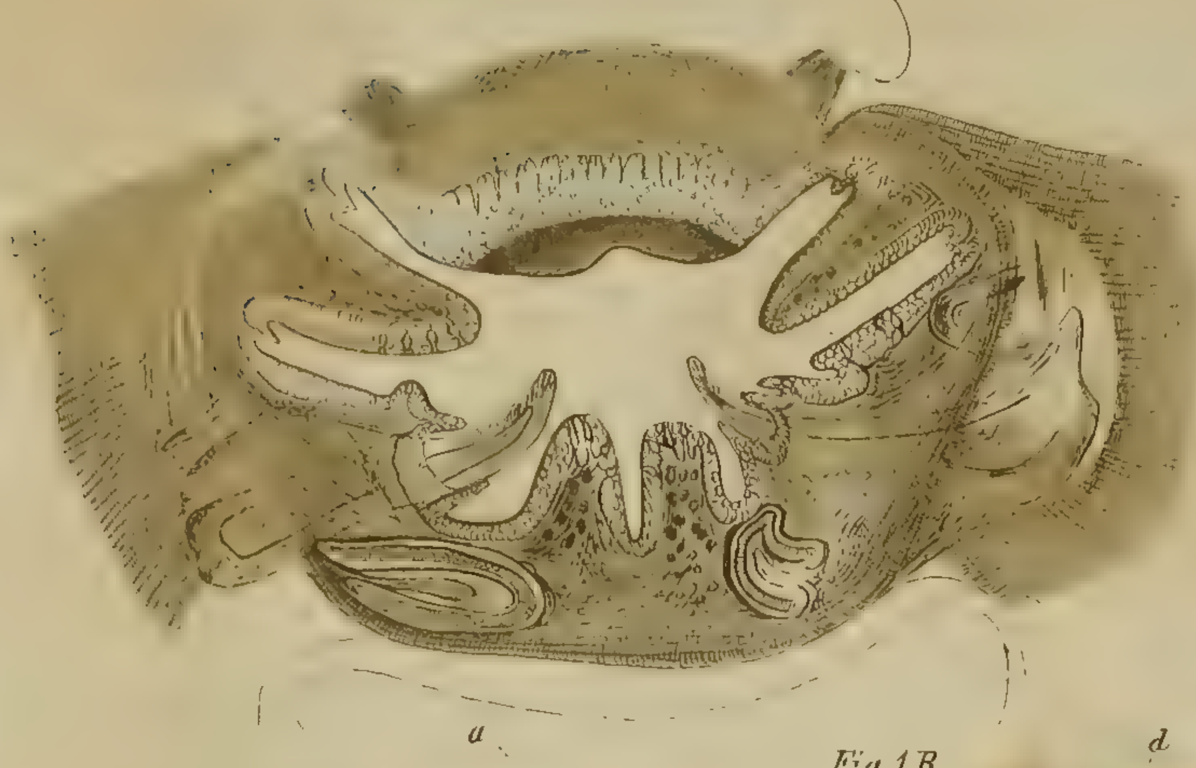


Fig. 5.

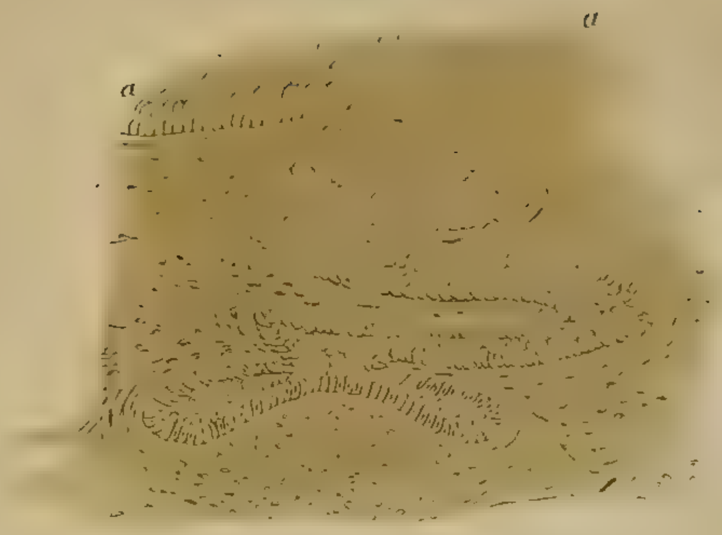


Fig. 1, A.

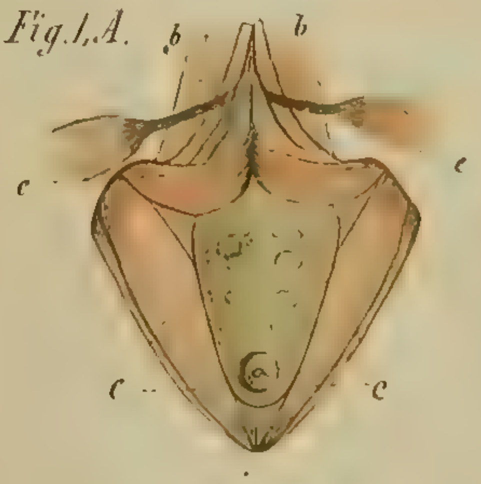


Fig. 1, B.

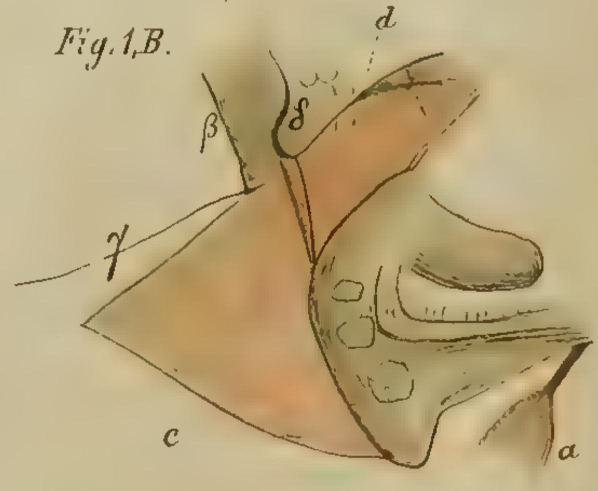


Fig. 6.

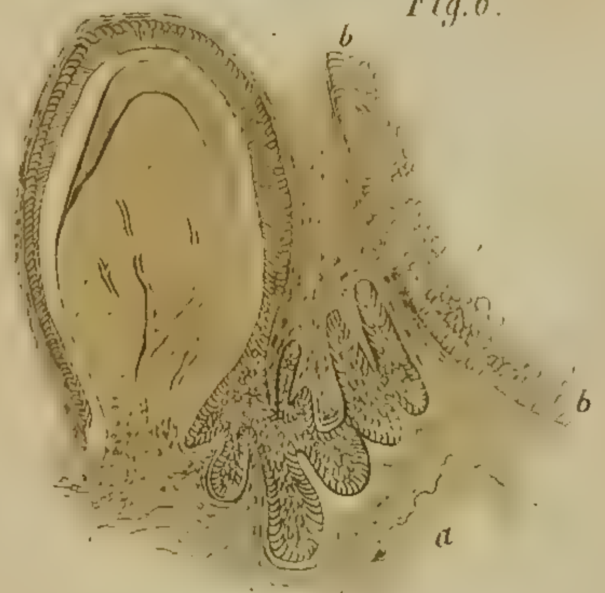


Fig. 10.

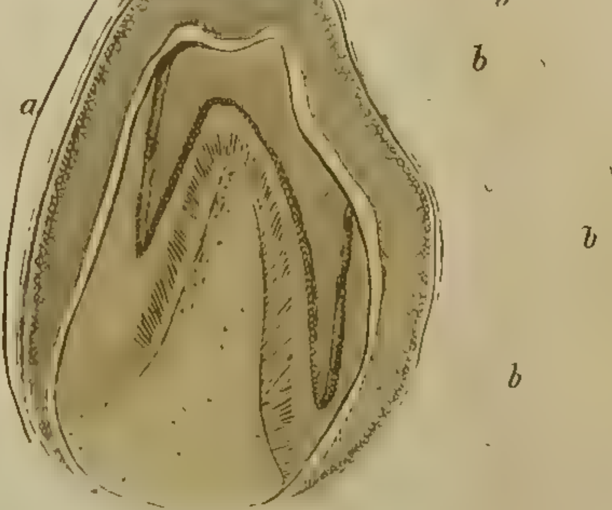


Fig. 8.

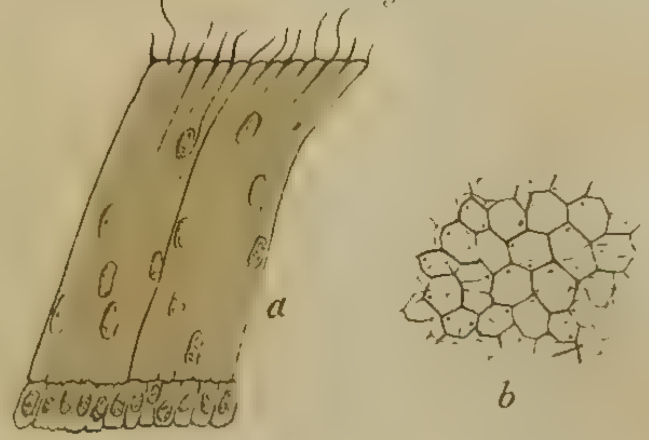


Fig. 7.

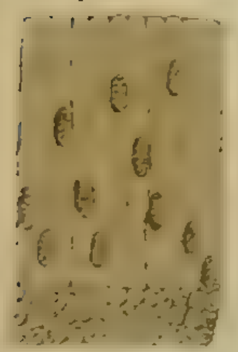


Fig. 9

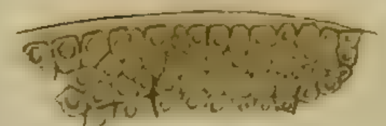
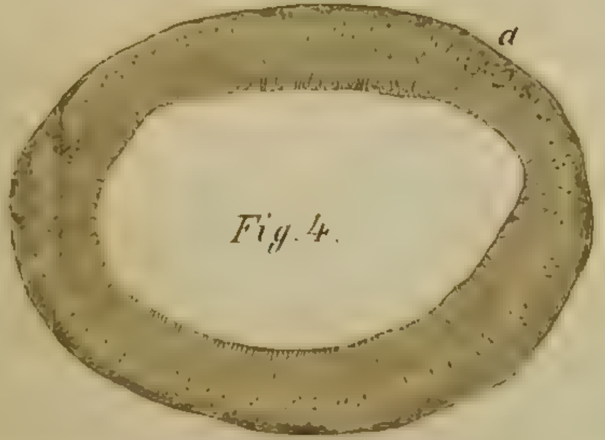
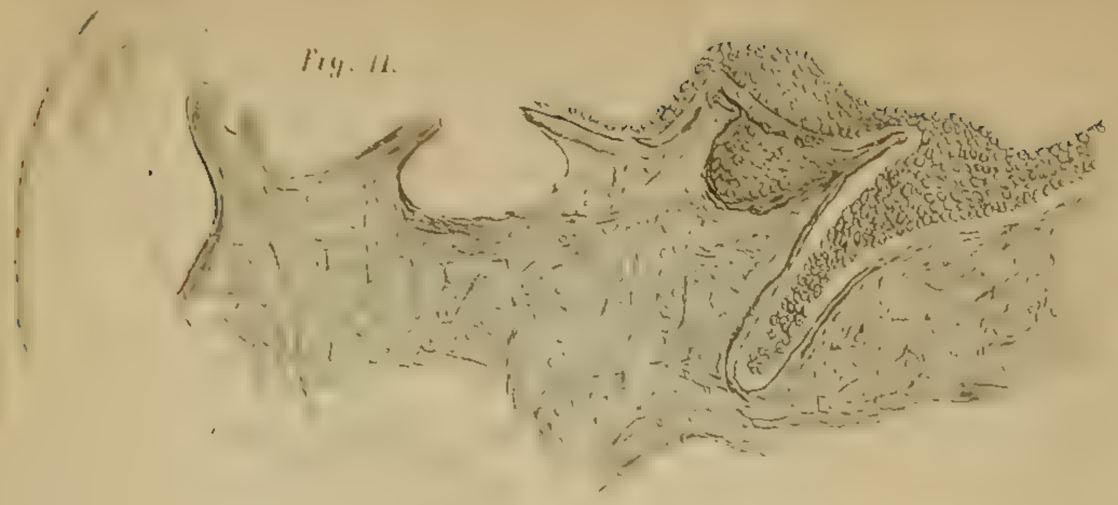


Fig. 4.



[illegible]
NATURAL HIST[illegible]

Fig. 11.



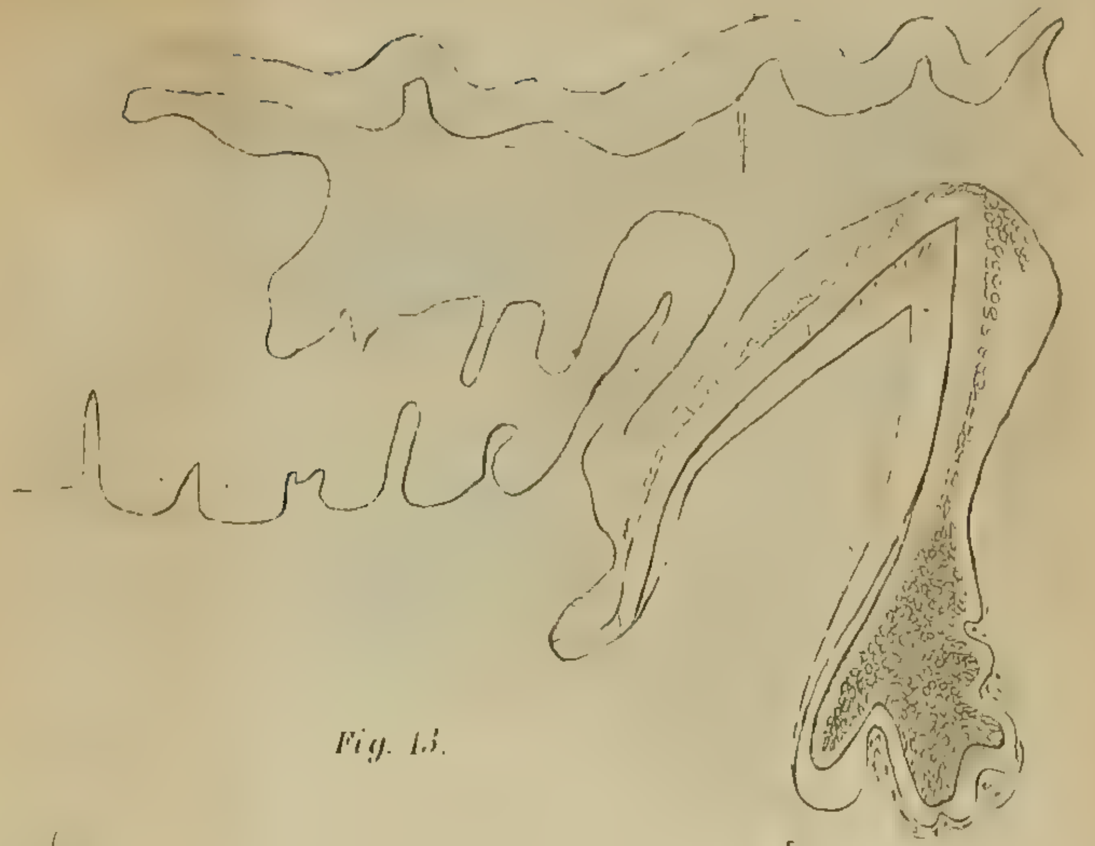
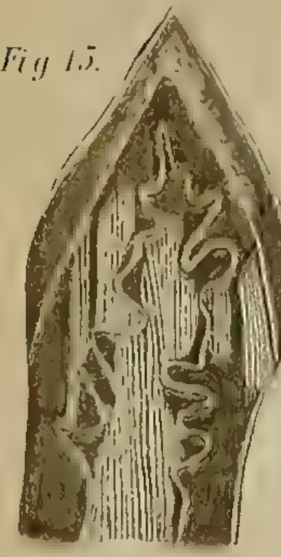


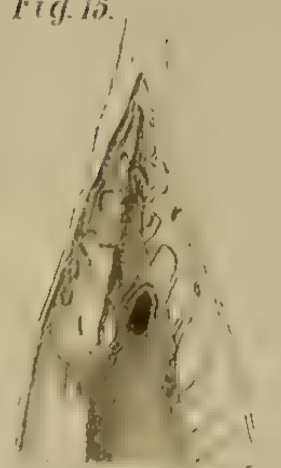
Fig. 13.

Fig 15.



A.

Fig. 15.



B.

Fig. 12

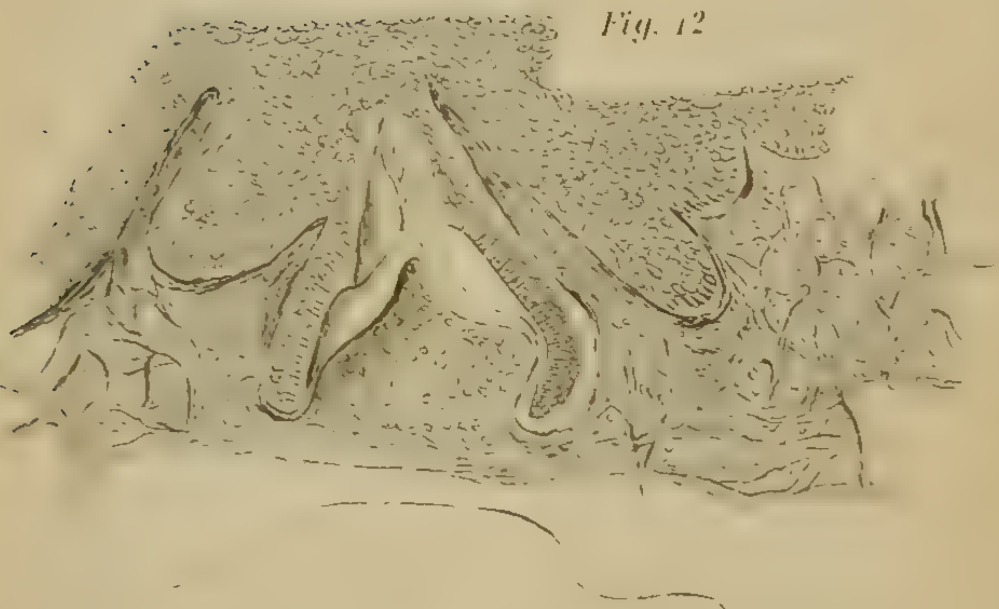


Fig. 14.

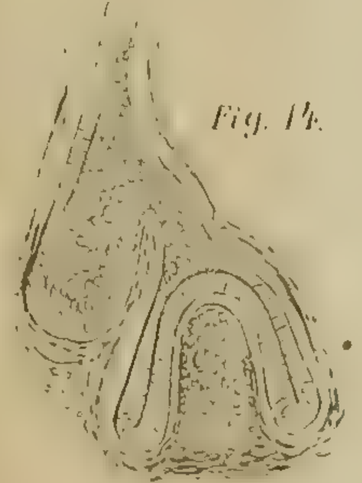


Fig. 18.

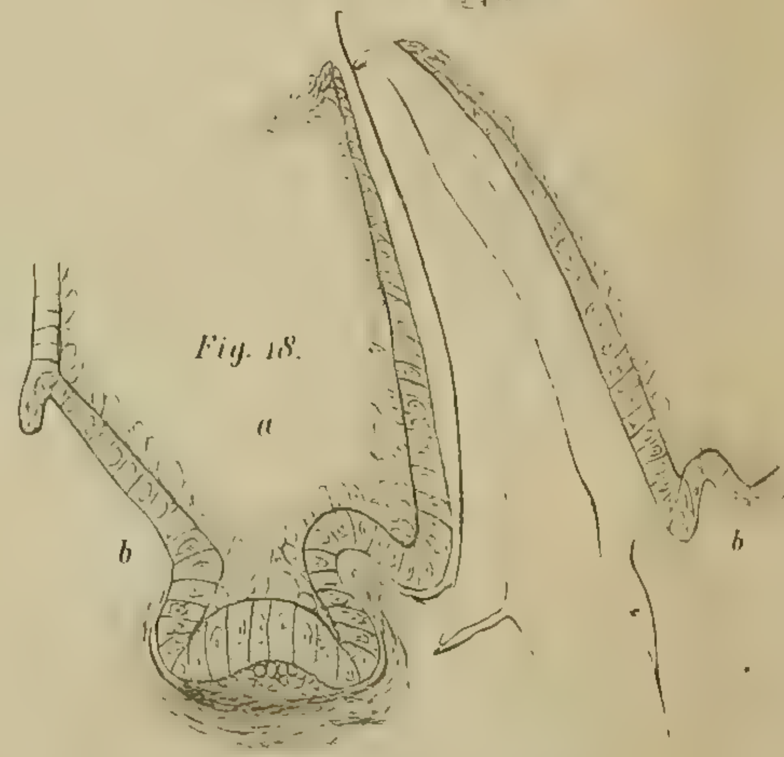


Fig. 19

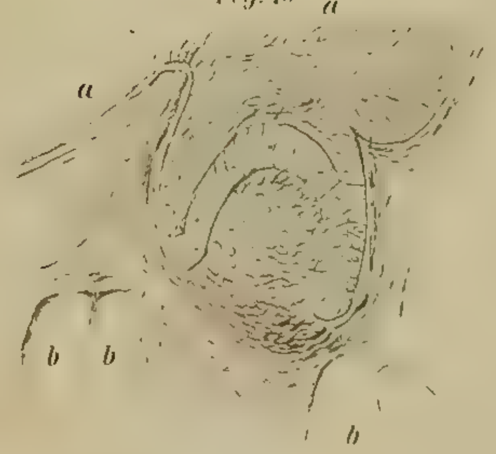
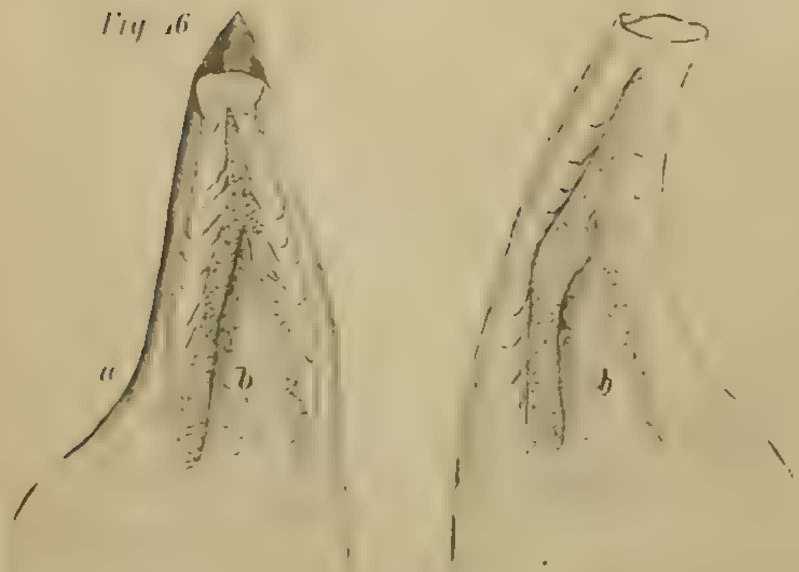


Fig. 16



A

B

Fig. 17

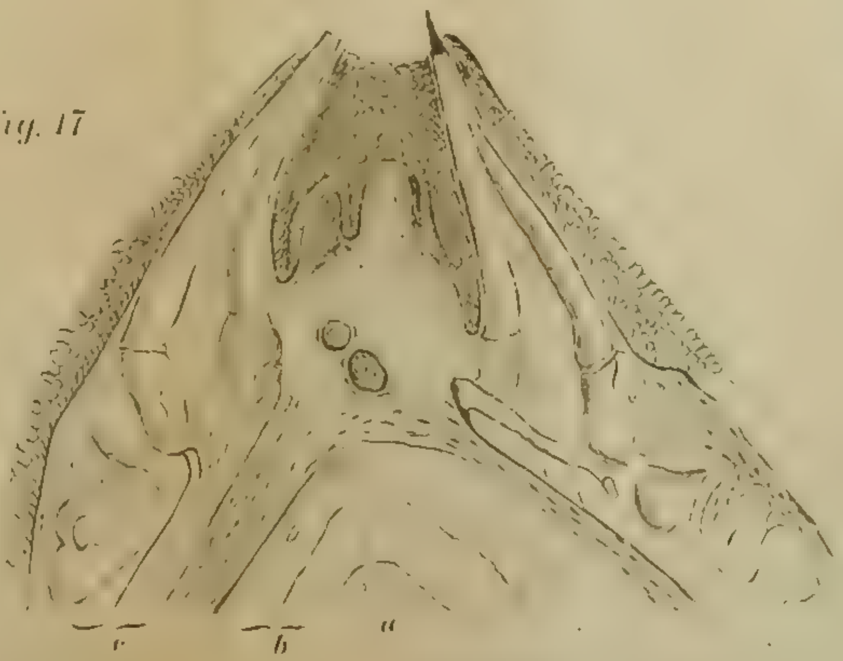
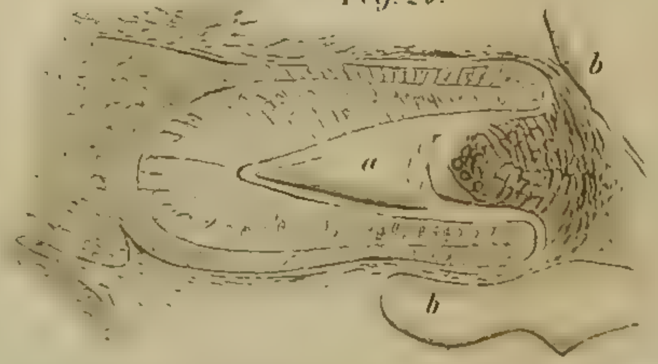


Fig. 20.



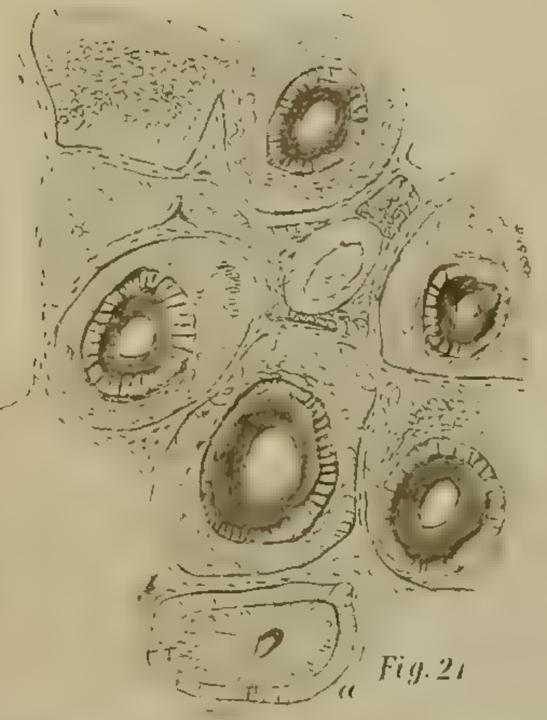


Fig. 21

BRITISH MUSEUM

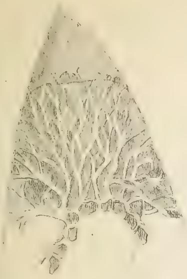


Fig. 22.

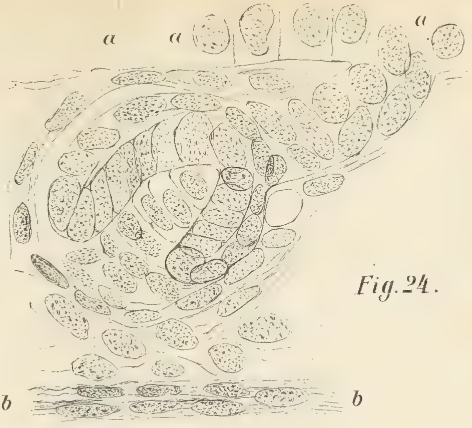


Fig. 24.

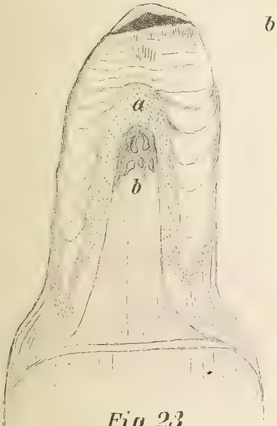


Fig. 23.

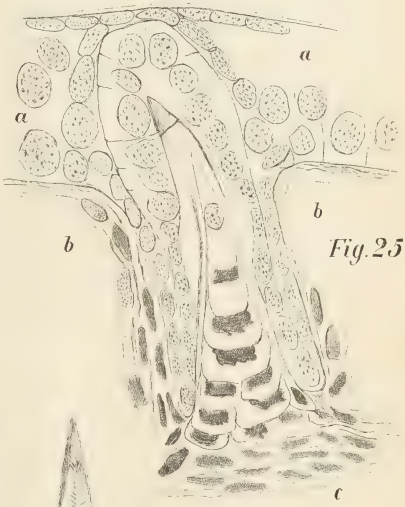


Fig. 25.

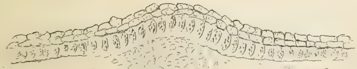


Fig. 27.

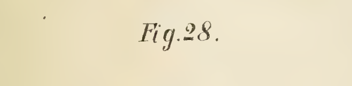


Fig. 28.

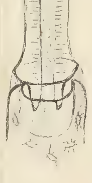


Fig. 31.

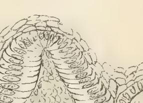


Fig. 26.

Fig. 29.

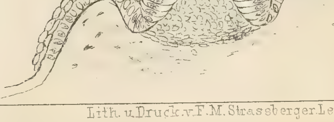
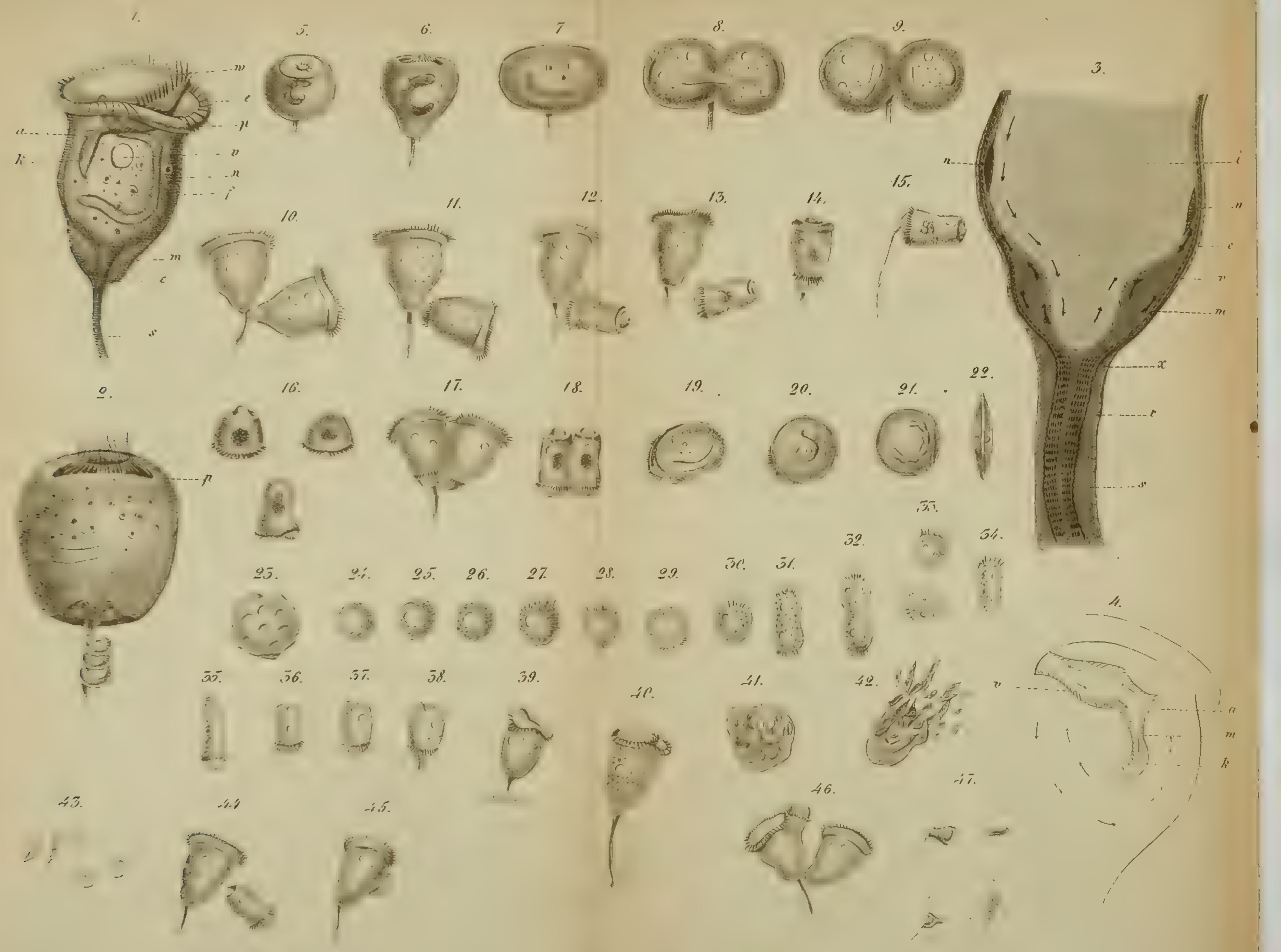


Fig. 30.

Fr. Heincke del.

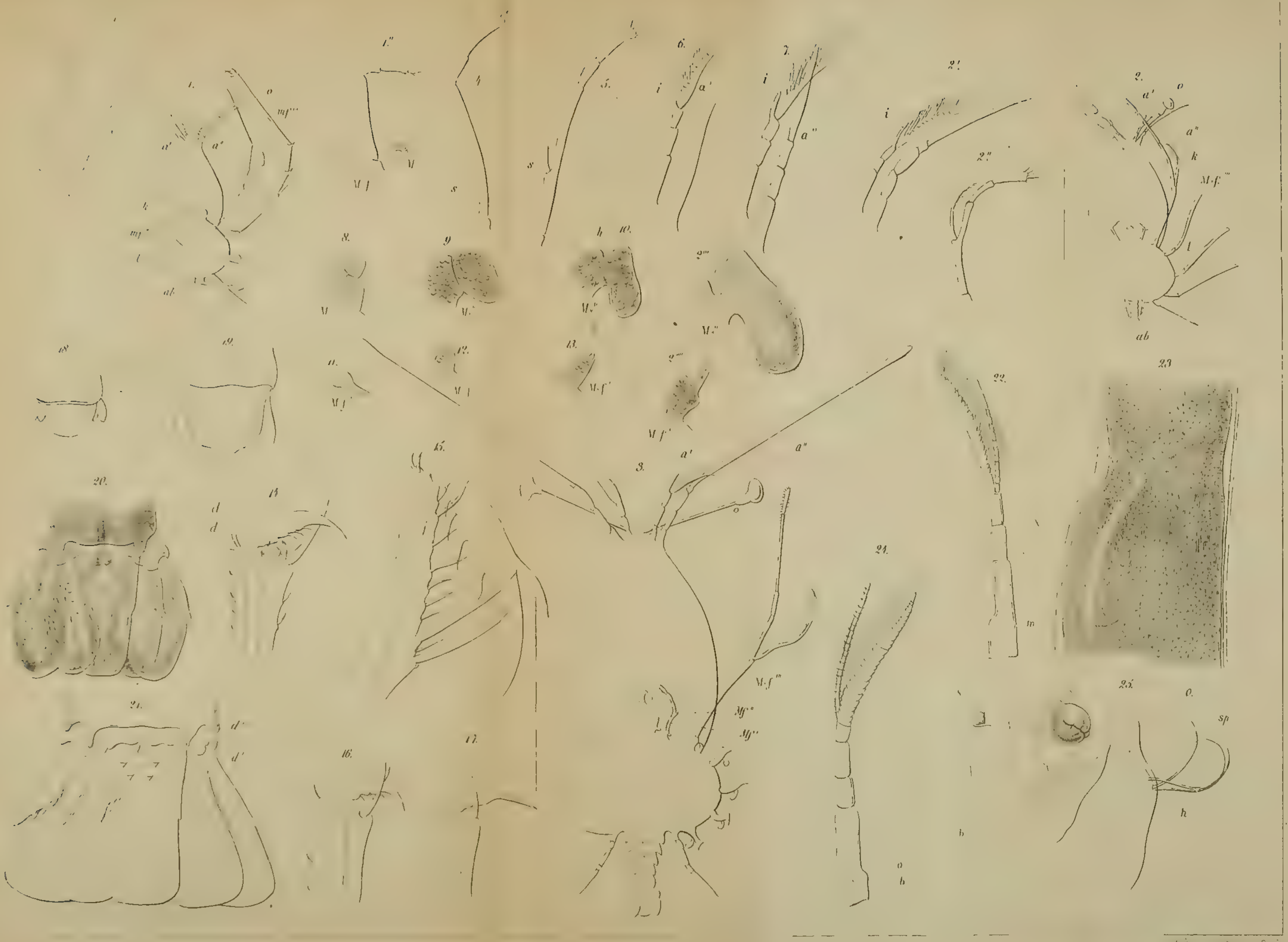
Lith. u. Druck v. F. M. Strassberger Leipzig.

BRITISH MUSEUM
Z 0
NATURAL HISTORY

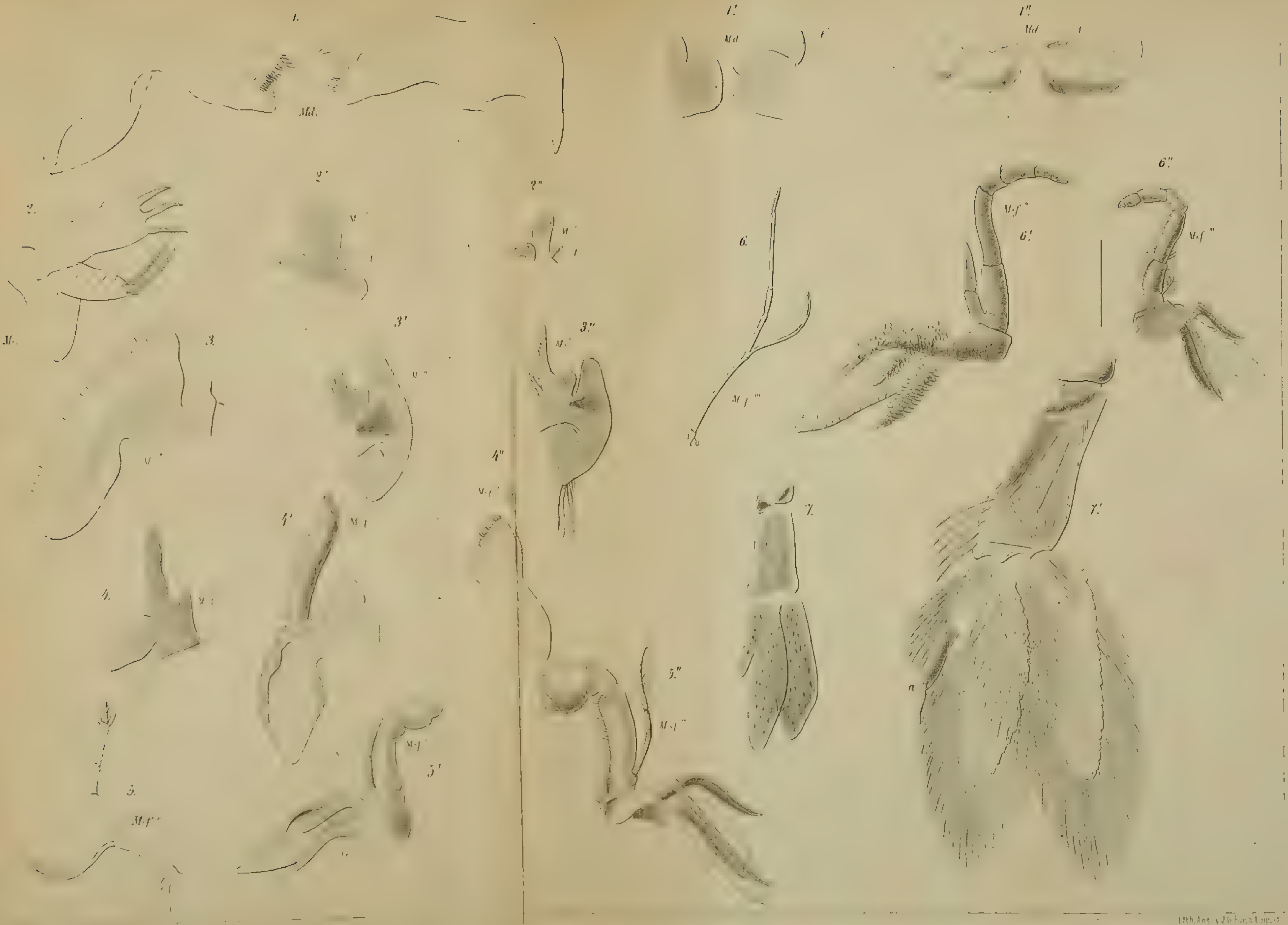

1.
m
t
p
a
k
v
n
f
m
c
s
2.
p
3.
n
i
n
c
r
m
x
t
s
4.
v
a
m
k
5.
6.
7
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.
35.
36.
37.
38.
39.
40.
41.
42.
43.
44.
45.
46.
47.

Everts del.

W Grohmann

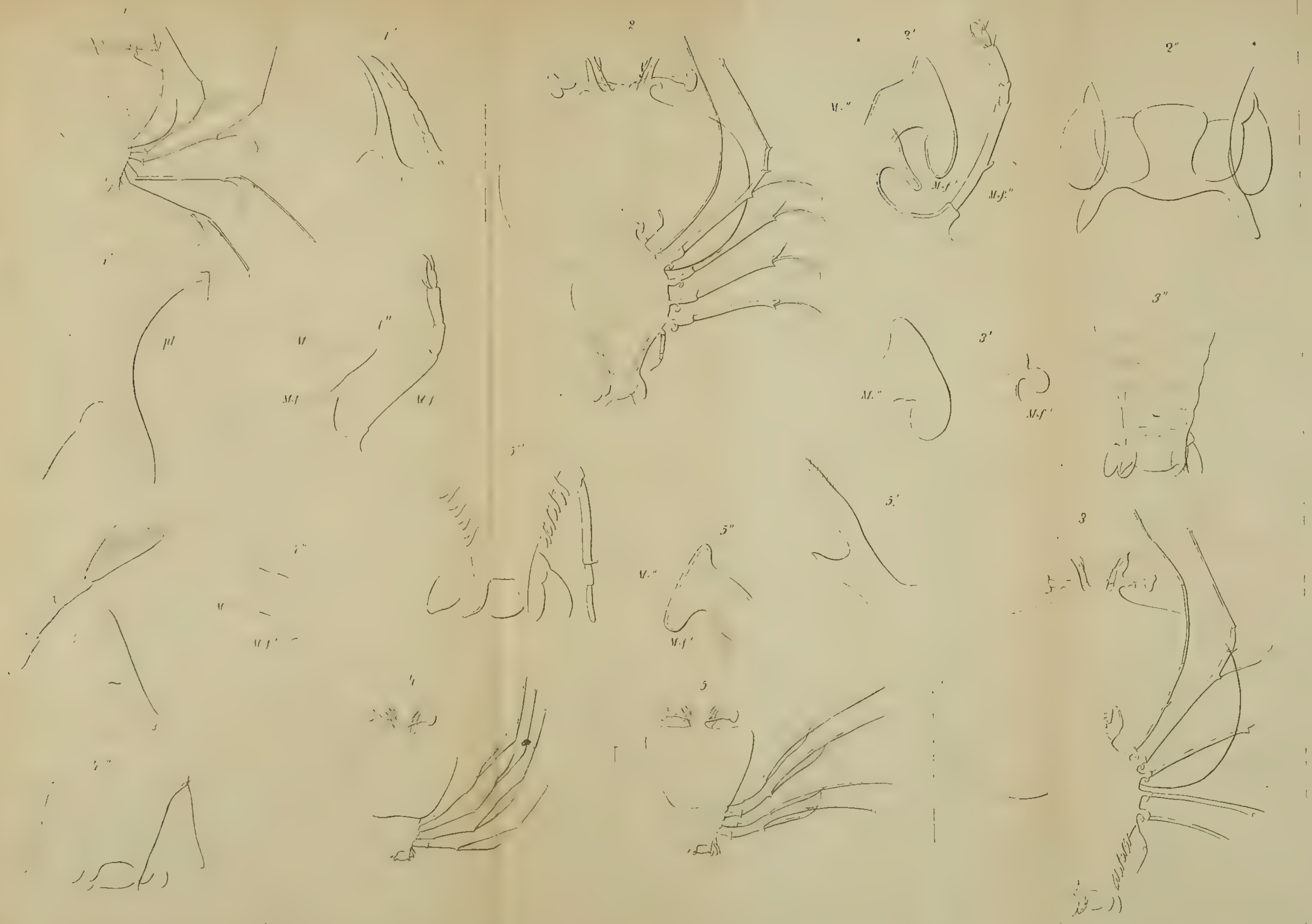

1.
o
mf'''
a'
a'
k
mf'
l
ab
1''
M
M
s
4
5.
s
6.
i
a'
7.
i
a''
2'.
i
2''.
2.
a'
o
a''
k
M.f.'''
l
ab
8.
M
9
M.'
h
10.
M.''
2'''
M.''
11.
M.f'
12.
M
13.
M.f'
2''''
M.f'
18
19.
22.
23
20.
d
d
14
15.
3.
a'
a''
o
M.f'''
Mf''
Mf''
21.
d'
d'
f''
16.
17.
24.
m
o
b
b
25.
0.
sp
h

[illegible]

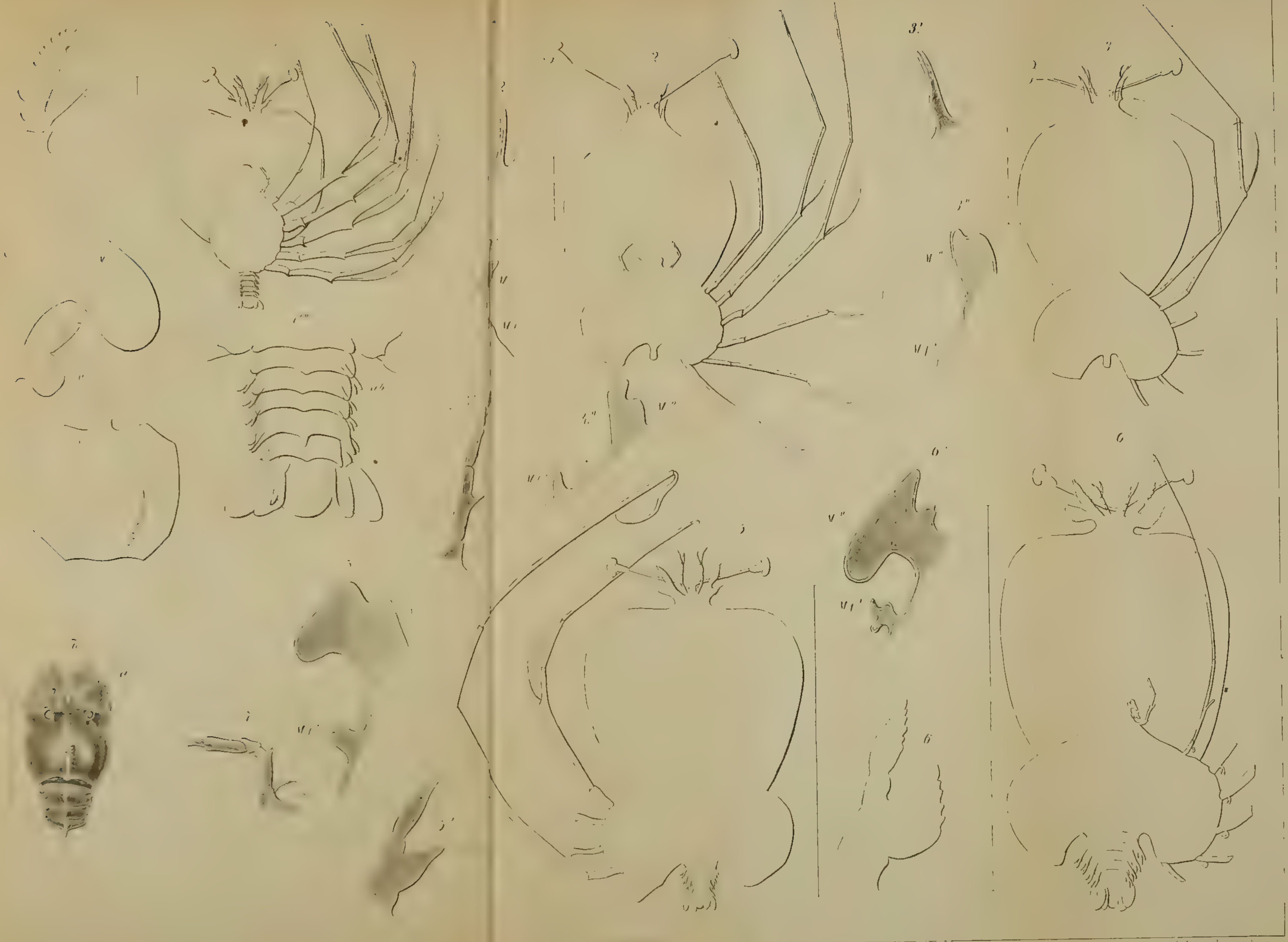

1.
Md.
1'.
Md
1''.
Md
2.
Mx.
2'.
2''.
3.
3'.
3''.
4.
4'.
4''.
5.
Mxf''
5'.
Mxf'
5''.
Mxf''
6.
Mxf'''
6'.
Mxf''
6''.
Mxf''
7.
7'.
a

Lith. Anst. v. J. G. Bach Leipzig.

[illegible]
Z [illegible]
[illegible]


1
1'
2
2'
2''
M.''
M.f'
M.f.''
1''
pl
M
M.f
M.f
3''
3'
M.''
M.f'
5''
5''
M.''
M.f'
5'
3
4'
M
M.f'
4
5
4''

BRITISH MUSE
Z
NATURAL HIST


3.'
6'
6